

**PROPUESTA PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL BARRIO  
CAGUA PRIMER SECTOR Y LA VEREDA PANAMÁ EN EL MUNICIPIO DE  
SOACHA**

**EDISSON SANTIAGO RINCON GUTIERREZ  
VIKI CATALINA FONSECA JURADO**

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
MODALIDAD PRÁCTICA SOCIAL  
BOGOTÁ  
2020**

**PROPUESTA PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL BARRIO  
CAGUA PRIMER SECTOR Y LA VEREDA PANAMÁ EN EL MUNICIPIO DE  
SOACHA**

**EDISSON SANTIAGO RINCON GUTIERREZ  
VIKI CATALINA FONSECA JURADO**

**Trabajo de Grado para optar al título de  
Ingeniero Civil**

**Director:  
FELIPE SANTAMARÍA ALZATE  
Ingeniero Sanitario**

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
MODALIDAD PRÁCTICA SOCIAL  
BOGOTÁ  
2020**



## Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:  
**Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)**

Para leer el texto completo de la licencia, visita:  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/co/>

### Usted es libre de:



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra  
hacer obras derivadas

### Bajo las condiciones siguientes:



**Atribución** — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



**No Comercial** — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.

Nota de Aceptación

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Bogotá, 17 de Noviembre de 2020



## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	9
1. GENERALIDADES .....	10
1.1 ANTECEDENTES .....	10
1.2 PLANTEAMIENTO PROBLEMA .....	19
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	24
2. OBJETIVOS .....	24
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	24
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	24
3. JUSTIFICACIÓN.....	25
4. MARCO DE REFERENCIA .....	25
4.1 MARCO TEÓRICO.....	25
4.1.1 Sistema de abastecimiento de agua potable. ....	25
4.1.2 Elementos de un sistema de abastecimiento.....	26
4.1.3 Nivel de complejidad del sistema.....	27
4.1.4 Proyecciones de población .....	27
4.1.5 Consideraciones básicas de diseño.....	31
4.1.6 Cálculo de caudales.....	32
4.1.7 Caudales de diseño .....	33
4.1.8 Saneamiento básico .....	33
4.1.9 Enfermedades transmitidas por agua contaminada.....	34
4.1.10 Habitabilidad .....	35
4.1.11 Sistema de filtración de agua.....	36
4.2 MARCO LEGAL.....	38
4.2.1 Resolución 0330 de 2017. ....	38
4.2.2 Concesión de aguas .....	39
4.3 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	40
4.3.1 Investigación acción participativa (IAP) para trabajos comunitarios .....	40
4.3.2 Etapas y fases de una investigación acción participativa (IAP) .....	41
4.3.2.1 Etapa de pre investigación.....	41
4.3.2.2 Diagnostico .....	41
4.3.2.3 Programación.....	42
4.3.2.4 Conclusiones y propuestas .....	42
4.3.3 Definición de la población de estudio.....	43
5. ESTADO DEL ARTE .....	44
5.1 OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO HIDRÁULICO DEL ACUEDUCTO VEREDAL DEL ALTO DEL RAMO DE CHIPAQUE CUNDINAMARCA .....	44
5.2 LOS ACUEDUCTOS Y SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA COMUNITARIO EN EL ÁREA RURAL DE BOGOTÁ Y LA GOBERNANZA DEL AGUA EN LA CIUDAD.....	44

5.3 DISEÑO ACUEDUCTO VEREDA EL RETIRO .....	45
5.4 LA INNOVACIÓN DE PURDUE: SISTEMAS RURALES DE AGUA POTABLE 45	
6. DESARROLLO DE LA METODOLOGIA .....	46
6.1 FASE 1. IDENTIFICACIÓN DE ZONAS AFECTADAS.....	49
6.1.1 Encuestas sobre uso del agua.....	49
6.1.2 Recolección de información .....	59
6.1.2.1 Actividades comunales del barrio Cagua primer sector .....	61
6.1.2.2 Iniciativas en desarrollo vereda panamá.....	61
6.1.3 Condiciones ambientales .....	63
6.1.4 Evaluación del estado actual de las estructuras del sistema de aprovisionamiento.....	65
6.1.4.1 Estructuras de captación.....	65
6.1.4.2 Sistema de captación barrio Cagua primer sector .....	65
6.1.4.3 Estructuras de almacenamiento barrio Cagua .....	74
6.1.4.4 Sistema de captación vereda panamá .....	75
6.1.4.5 Sistema de almacenamiento en la vereda .....	76
6.1.5 Investigación sobre el manejo que realiza la comunidad para distribuir el agua. 79	
6.1.5.1 Aducción .....	79
6.1.5.2 Conducción .....	80
6.1.6 Establecer las limitaciones presentes en la zona que afecten el desarrollo cronológico del proyecto. ....	82
6.2 FASE 2. ESTUDIOS PRELIMINARES .....	83
6.2.1 Fase 2.1. estudios técnicos.....	83
6.2.1.1 Estudios previos realizados en la zona.....	83
6.2.1.2 Población actual.....	84
6.2.1.3 Ubicación georreferenciada del sistema de abastecimiento .....	88
6.2.2 Fase 2.2. estudios enfoque social.....	90
6.2.2.1 Socialización del proyecto.....	90
6.2.2.2 Características de la población .....	93
6.2.2.3 Patologías asociadas al consumo de agua en la comunidad.....	101
6.2.2.4 Análisis comparativo con investigaciones anteriores .....	103
6.3 FASE 3. DIAGNÓSTICO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO .....	104
6.3.1 Barrio Cagua primer sector .....	104
6.3.2 Vereda Panamá .....	106
6.3.3 Evaluación de requerimientos de diseño según la normatividad vigente... 107	
6.4 FASE 4. DISEÑO Y CÁLCULO .....	111
6.4.1 Diseño de tanque de almacenamiento en la vereda Panamá.....	111
6.4.1.1 Volumen para el tanque .....	111
6.4.1.2 Caracterización del suelo.....	113

6.4.1.3 Estabilidad de talud.....	121
6.4.1.4 Asentamiento elástico .....	122
6.4.1.5 Coeficiente balasto o rigidez .....	123
6.4.1.6 Presión lateral del suelo.....	124
6.4.1.7 Estimación de cargas.....	124
6.4.1.8 Requerimiento de acero.....	127
6.4.2 Diseño para el mejoramiento del sistema .....	127
6.4.2.1 Modelación en Epanet .....	127
6.5 FASE 5. PRESUPUESTO Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	132
6.5.1 Presupuesto del diseño .....	132
6.5.2 Especificaciones técnicas y recomendaciones .....	133
6.5.3 Entrega de la propuesta de mejoramiento a la comunidad .....	134
7. CONCLUSIONES.....	135
8. BILIOGRAFÍA .....	136

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Asignación del nivel de complejidad .....	28
Tabla 2 Métodos para la proyección de población.....	28
Tabla 3 Dotación neta máxima .....	32
Tabla 4 Caudales de diseño .....	34
Tabla 5 Aplicación de metodología de Investigación de acción participativa (IAP) .....	49
Tabla 6 Limitaciones y soluciones .....	84
Tabla 7 Censo vereda Panamá .....	86
Tabla 8 Censos municipio de Soacha.....	86
Tabla 9 Población resultante .....	87
Tabla 10 Métodos de proyección vereda Panamá.....	87
Tabla 11 Métodos de proyección barrio Cagua primer sector .....	88
Tabla 12 Método aritmético – barrio Cagua primer sector .....	88
Tabla 13 Método aritmético - vereda Panamá .....	88
Tabla 14 Cálculo de caudales.....	89
Tabla 15 Análisis comparativo investigaciones anteriores.....	105
Tabla 16 Obras de captación.....	106
Tabla 17 Edificación de cumplimiento barrio Cagua primer sector .....	109
Tabla 18 Verificación de cumplimiento vereda Panamá .....	110
Tabla 19 Suministro por gravedad o bombeo continuo de 24 horas.....	112
Tabla 20 Cálculos de volumen.....	113
Tabla 21 Parámetros arcilla CH .....	114
Tabla 22 Parámetros roca GP .....	115
Tabla 23 Parámetro de ensayo de corte directo (CD).....	119
Tabla 24 Peso unitario seco .....	119
Tabla 25 Características de la cimentación .....	119
Tabla 26 Cálculo de capacidad portante.....	120
Tabla 27 Módulo de balasto.....	123
Tabla 28 Presión lateral del suelo.....	124
Tabla 29 Estimación de cargas.....	124
Tabla 30 Presupuesto tanque de almacenamiento.....	133

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Zonas con riesgo de inundación .....	12
Figura 2 Zonas afectadas por deslizamientos .....	13
Figura 3 Inversión del municipio en agua potable y saneamiento básico .....	14
Figura 4 SGP por sectores .....	15
Figura 5 Cobertura de acueducto y alcantarillado.....	15
Figura 6 Riesgo de desastres .....	16
Figura 7 Uso del suelo .....	17
Figura 8 Tanque principal de almacenamiento .....	20
Figura 9 Tanque secundario de almacenamiento .....	21
Figura 10 Válvula de globo y tubería de conexión .....	21
Figura 11 Almacenamiento Villa Garzón.....	22
Figura 12 Electrobombas Villa Garzón .....	23
Figura 13 Esquema convencional de abastecimiento.....	26
Figura 14 Filtración convencional .....	38
Figura 15 Filtro de material granular .....	38
Figura 16 Filtración con tierra diatomácea.....	39
Figura 17 Diagrama de fases.....	48
Figura 18 formato cuestionario N°1 .....	50
Figura 19 Visita con líder comunal barrio piedras blancas.....	61
Figura 20 Jornada de limpieza en el nacedero .....	62
Figura 21 Área para instalación de cuarto de basuras barrio caserío mirador.....	63
Figura 22 Área para adecuación cuartos contenedores de basura barrio piedras blancas .....	63
Figura 23 Canteras con licencia ambiental .....	64
Figura 24 Asentamientos subnormales en la Vereda Panamá .....	65
Figura 25 Disposición de residuos sólidos.....	65
Figura 26 Ubicación obras de captación.....	66
Figura 27 Esquema sistema de captación .....	67
Figura 28 Caja de recolección N°6 .....	68
Figura 29 Caja de recolección N°5 .....	69
Figura 30 Compartimientos cámara principal .....	69
Figura 31 Canaleta de entrada .....	70
Figura 32 Muros divisorios de la cámara .....	70
Figura 33 Rejilla en salida de cámara.....	71
Figura 34 Sistema de cubierta de cámara .....	72
Figura 35 Caja auxiliar N°3 .....	72
Figura 36 Caja de intersección N°2 .....	73
Figura 37 Caja de intersección N°1 .....	74
Figura 38 Vista general rejilla de salida caja N°1.....	74
Figura 39 Figura 28 Ubicación tanques de almacenamiento .....	75

Figura 40 Sistema de captación vereda Panamá .....	76
Figura 41 Sección de salida de la estructura de captación .....	77
Figura 42 Tanque de almacenamiento zona baja barrio Garzón .....	77
Figura 43 Tanques de almacenamiento zona media barrio Garzón .....	78
Figura 44 Tanque de distribución zona alta barrio Garzón .....	79
Figura 45 Tubería en gres de 6" .....	80
Figura 46 Electrobombas .....	81
Figura 47 Electrobombas tanques de almacenamiento .....	82
Figura 48 Tubería de red domiciliaria .....	82
Figura 49 Tanques de almacenamiento en las viviendas .....	83
Figura 50 Posicionamiento nacedero Zaragoza.....	90
Figura 51 RED MAGNA-ECO, del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). .	90
Figura 52 Conversión de coordenadas geocéntricas a elipsoidales .....	91
Figura 53 Coordenadas finales puntos en nacedero .....	91
Figura 54 Socialización salón comunal barrio Cagua primer sector .....	93
Figura 55 Formato cuestionario N°2 .....	96
Figura 56 Almacenamiento de agua en vivienda del barrio piedras blancas .....	103
Figura 57 Entrevista con la jefe de hogar .....	104
Figura 58 Filtro Sawyer.....	104
Figura 59 Arcilla CH.....	114
Figura 60 Roca (GP).....	115
Figura 61 Zona de estudio .....	116
Figura 62 Análisis de estabilidad .....	121
Figura 63 Talud.....	122
Figura 64 Asentamiento inmediato .....	123
Figura 65 Análisis de cargas.....	126
Figura 66 Red de distribución existente en vereda panamá .....	127
Figura 67 Simulación red de distribución vereda panamá .....	128
Figura 68 Red de distribución barrio Cagua primer sector.....	128
Figura 69 Simulación suministro en barrio Cagua primer sector.....	129
Figura 70 Red de conducción barrio Cagua primer sector.....	130
Figura 71 simulación de conducción de barrio cagua primer sector .....	130
Figura 72 Tabla resumen de conexiones (nodos) en EPANET. ....	131
Figura 73 Tabla resumen de tuberías y accesorios en EPANET .....	132
Figura 74 Detalle tanque de almacenamiento .....	134
Figura 75 Socialización de los documentos de entrega.....	135

## LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1 Indicador pregunta N°1.....	51
Gráfica 2 Indicador pregunta N°2.....	52
Gráfica 3 Indicador pregunta N°3.....	53
Gráfica 4 Indicador pregunta N°4.....	53
Gráfica 5 Indicador pregunta N°5.....	54
Gráfica 6 Indicador pregunta N°6.....	55
Gráfica 7 Indicador pregunta N°7.....	55
Gráfica 8 Indicador pregunta N°8.....	56
Gráfica 9 Indicador pregunta N°9.....	56
Gráfica 10 Indicador pregunta N°10.....	57
Gráfica 11 Indicador pregunta N°11.....	58
Gráfica 12 Indicador pregunta N°12.....	58
Gráfica 13 Indicador pregunta N°13.....	59
Gráfica 14 Indicador pregunta N°14.....	60
Gráfica 15 Indicador pregunta N°1.....	97
Gráfica 16 Indicador pregunta N°2.....	97
Gráfica 17 Indicador pregunta N°3.....	98
Gráfica 18 Indicador pregunta N°4.....	98
Gráfica 19 Indicador pregunta N°5.....	99
Gráfica 20 Indicador pregunta N°6.....	99
Gráfica 21 Indicador pregunta N°7.....	100
Gráfica 22 Indicador pregunta N°8.....	101
Gráfica 23 Indicador pregunta N°9.....	101
Gráfica 24 Indicador pregunta N°10.....	102

## LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Socialización con la comunidad barrio Cagua primer sector .....	140
Anexo B. Socialización con líderes de la comunidad Vereda Panamá .....	143
Anexo C. Folleto informativo de presentación del proyecto .....	144
Anexo D. Folleto aprovechamiento del agua en los hogares .....	147
Anexo E. Folleto enfermedades asociadas al consumo de agua no tratada.....	149
Anexo F. Folleto pedagógico gestión de residuos solidos .....	153
Anexo G. plano de cantidades cuartos de basura vereda panamá .....	155
Anexo H. Bitácora: Entrega de folletos comunidad barrio cagua primer sector .	157
Anexo I. Cuestionario N°2: Desarrollo socioeconómico como herramienta para mejorar la calidad de vida .....	158
Anexo J. Cuestionario N°1: El agua como recurso vital para la calidad de vida .	159
Anexo K. Caracterización general sistema de abastecimiento vereda .....	162
Anexo L. Análisis de estabilidad .....	163
Anexo M. Manual de construcción de tanques .....	164
Anexo N. Manual de construcción de redes de acueducto .....	171
Anexo O. Despiece de acero tanque Villa Garzón .....	173
Anexo P. Socialización entrega del proyecto .....	174



## INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso indispensable para el desarrollo de la humanidad, en el planeta el 3.5% de agua es dulce y tan sólo el 0.025% es apta para el consumo humano; algunas regiones del planeta han presentado escasez de agua potable y otras no cuentan con las condiciones óptimas para tenerla.

Sudamérica alberga la mayor cantidad de agua del planeta, Brasil ocupa el primer lugar y Colombia el tercero. Colombia aloja el 50% de los páramos del planeta y alrededor de 700 mil fuentes hídricas conformadas por ríos, quebradas, caños y lagunas; a pesar de la gran oferta que se tiene el país, aún hay poblaciones que no tienen acceso al líquido vital, entre otras razones, por la falta de infraestructuras para la captación, tratamiento y distribución del mismo.

La contaminación es un factor que influye directamente en la calidad del agua, está asociada a la propagación de enfermedades tales como el cólera, gastroenteritis, la disentería, hepatitis A, esquistosomiasis y la diarrea, esta última ha acabado con la vida de un gran número de personas debido a las complicaciones que se presentan por las infecciones que no son atendidas oportunamente. No todas las personas son propensas a sufrir estas enfermedades, los riesgos varían de acuerdo con tipo de organismo, sin embargo, se ha comprobado que la población más vulnerable se focaliza en niños menores de 5 años y personas con sistemas inmunológicos más frágiles.

Se estima que 6,2 millones de colombianos reciben agua que no cumple con las condiciones de calidad, están expuestos a parásitos, bacterias fecales, virus, sustancias químicas y sólidos que ponen en riesgo su salud. El Informe nacional de calidad del agua para el consumo humano – Inca 2016 publicado por la subdirección de Salud Ambiental del Ministerio de Salud, menciona que *“uno de cada tres municipios suministra agua de buena calidad. En el resto no es apta para el consumo”*.<sup>1</sup>

En el municipio de Soacha existen sectores como el barrio Cagua primer y la vereda Panamá que aún no cuentan con la cobertura total de agua potable, en la actualidad la zona no posee un sistema de abastecimiento adecuado y tampoco un proceso de tratamiento para el agua que llega a los hogares, lo cual genera una problemática social por los riesgos asociados a la disposición del líquido.

Los sistemas de abastecimiento fueron contruidos por la comunidad sin tener en cuenta las especificaciones técnicas, de allí proviene la deficiencia en el suministro. Tanto en el barrio como en la vereda se deben llevar a cabo planes de mejoramiento de acuerdo con las características de cada sector.

---

<sup>1</sup>Diario El Tiempo. "El agua que no has de beber". {En línea}. {15 de marzo de 2020}. Disponible en: (<https://www.eltiempo.com/salud/como-es-la-calidad-del-agua-en-colombia-340578>).

Este proyecto pretende optimizar el aprovisionamiento de agua potable del barrio Cagua primer sector y la vereda Panamá mediante el mejoramiento de los elementos que conforman la captación, almacenamiento y distribución del líquido. Igualmente se enfoca en la problemática social, puesto que es necesaria la concientización de los riesgos que pueden surgir por el consumo de agua No tratada y los problemas de escasez por la inadecuada disposición del recurso hídrico.

Para lograrlo, se realizarán actividades para verificar el estado de los elementos del sistema y para establecer las características socioeconómicas, demográficas y de habitabilidad de la población. Con la información obtenida se generará un diagnóstico sobre las falencias en el aprovisionamiento y las condiciones de la población.

Finalmente se procederá con la elaboración de la propuesta de mejoramiento con base en diagnóstico anterior, el cual permitirá identificar los requerimientos para la optimización del sistema y las especificaciones técnicas según la normatividad vigente.

## 1. GENERALIDADES

### 1.1 ANTECEDENTES

Soacha es uno de los municipios con mayor crecimiento en el departamento de Cundinamarca, cuenta con 378 barrios de los cuales el 48% aún se encuentran en situación de ilegalidad. Según una publicación web de la Fundación para el progreso de la Región Capital PROBOGOTA, para el año 2020 existen licencias aprobadas para 120.000 viviendas, situación que triplicaría la población en un corto plazo<sup>2</sup>.

Como resultado del censo realizado por el DANE en el año 2018, se obtuvo un crecimiento poblacional del 62% respecto al año 2005, pasando de 398.295 a 645.205 habitantes.

Otro aspecto importante que refleja el último censo está relacionado con el lugar de nacimiento de las personas que residen en Soacha, el 86.37% de la población no es oriunda del sector, el porcentaje corresponde a personas nacidas en otras regiones y de otros países como en el caso de Venezuela.<sup>3</sup> Soacha es uno de los municipios que alberga la mayor cantidad de desplazados por el conflicto armado; lo cual explica el elevado porcentaje de personas no nacidas en el municipio.

Tabla 1. Lugar de nacimiento habitantes de Soacha

Lugar de Nacimiento, según área de residencial actual - 2018	
Nacidos en el municipio	12,36%
Nacidos en otros municipios	83,91%
Nacidos en otro país	2,45%
Sin información	1,27%

Fuente: DANE. ¿Dónde estamos? [en línea]. Soacha. 2018.

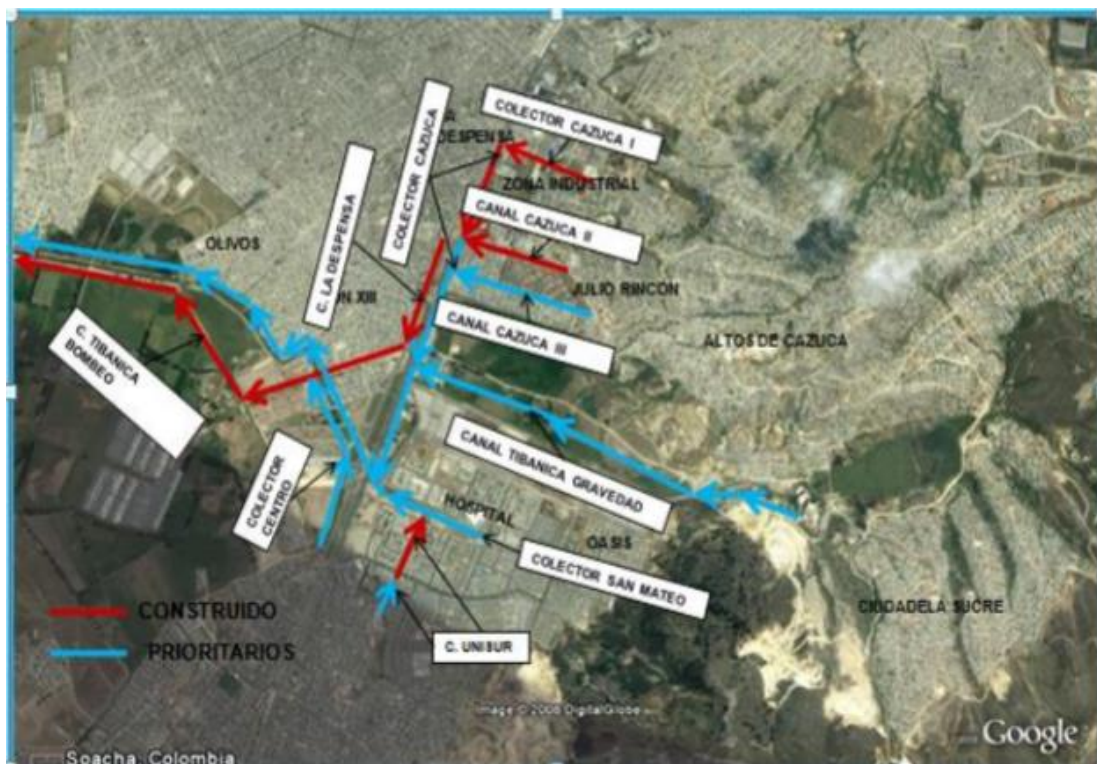
Dentro de las características físicas del municipio de Soacha se observa un creciente deterioro ambiental, por su ubicación geográfica, recibe toda la afectación hídrica de las aguas contaminadas del río Bogotá que desembocan en el salto de Tequendama. La laguna potrero grande ha desaparecido y otras como la Neuta y Tierra blanca presentan afectaciones por contaminación. El río Soacha es el punto donde se drenan gran parte de las aguas residuales del municipio.

<sup>2</sup> Fundación para el progreso de la Región Capital PROBOGOTA. "Cómo crece Soacha". {En línea}. {15 de marzo de 2020}. Disponible en: (<http://probogota.org/municipios/soacha/>).

<sup>3</sup> DANE. "¿Cómo vivimos?". {En línea}. {15 de marzo de 2020}. Disponible en: ([https://sitios.dane.gov.co/cnpv/#!/como\\_vivimos\\_prin](https://sitios.dane.gov.co/cnpv/#!/como_vivimos_prin)).

La contaminación no es el único factor que predomina en la problemática ambiental, las comunas 4 y 6 presentan pendientes altas con riesgo inminente de deslizamientos, los desprendimientos de roca son constantes en las zonas de explotación minera. Con la ola invernal del año 2011, se produjeron deslizamientos en los barrios Loma Linda, la Capilla, los Robles y algunos sectores de la comuna 3 y 6, el desbordamiento del río Soacha, Bogotá y el canal del río Claro afectó los barrios colindantes de estas rondas hídricas y a las veredas Romeral, Alto de Cabra, Hungría, Fusungá y Panamá. Según datos proporcionados por CLOPAD, se estima que 1046 familias fueron damnificadas y 1098 viviendas sufrieron daños considerables.

Figura 1 Zonas con riesgo de inundación

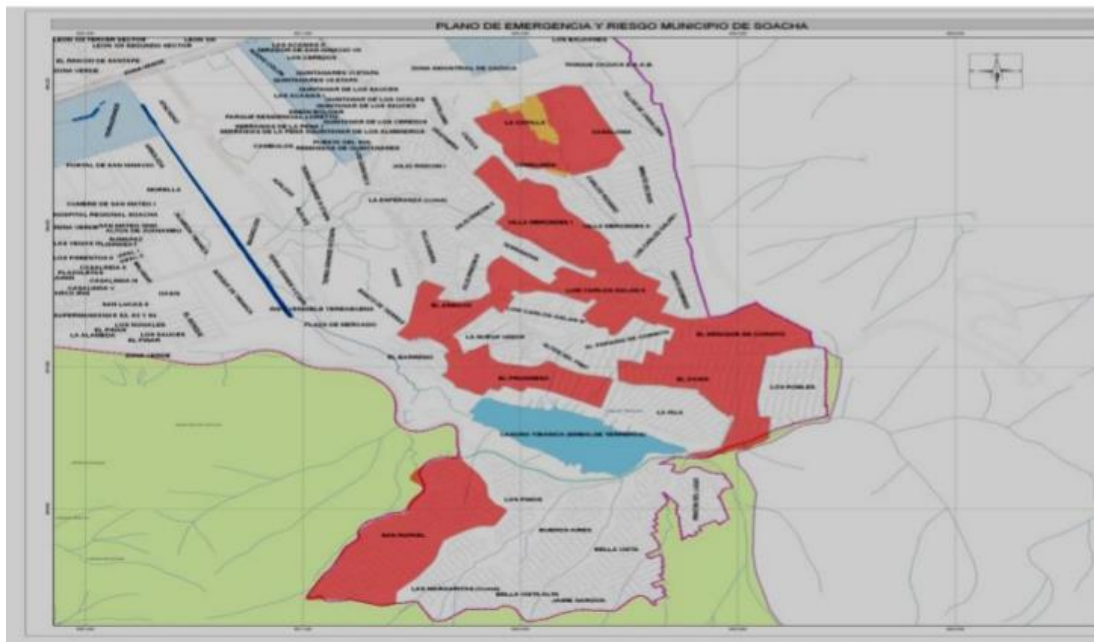


Fuente. Secretaría de planeación COLPAD 2012

Gran parte de los asentamientos subnormales carecen de servicios de alcantarillado. Con el vertimiento de aguas residuales en las calles se producen cambios en la consistencia del suelo que terminan por acelerar el fenómeno de remoción en masa.<sup>4</sup>

<sup>4</sup> DIRECCIÓN DE SALUD PÚBLICA. Análisis de situación de salud con el modelo de los determinantes sociales de salud. 2012. 140p. {En línea}. {25 de noviembre de 2020}. Disponible en:

Figura 2 Zonas afectadas por deslizamientos

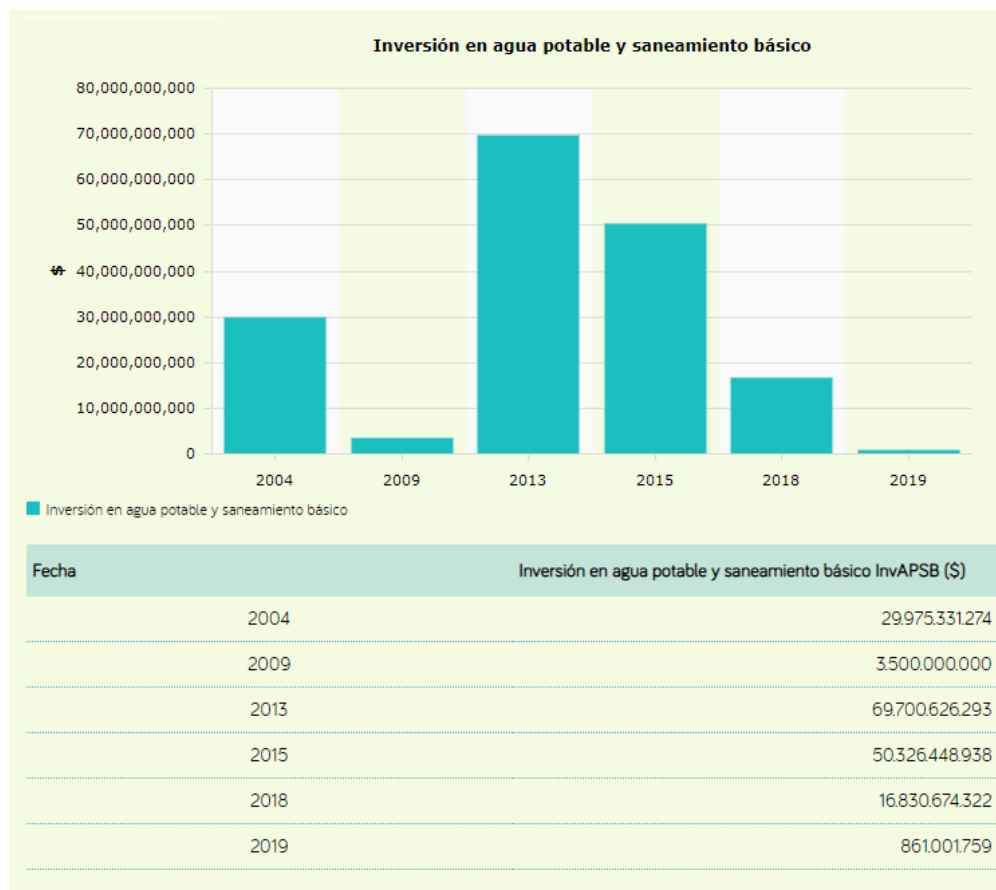


Fuente. Secretaría de planeación COLPAD 2012

La inversión del municipio en agua potable y saneamiento básico es muy baja, en el año 2019 se registró la cifra más baja comparada con los años anteriores. La cobertura de servicios públicos no es suficiente para suplir la demanda de los barrios marginados que están en continuo crecimiento.

([https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/ED/PSP/ASIS\\_Soacha\\_2013.pdf](https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/ED/PSP/ASIS_Soacha_2013.pdf)).

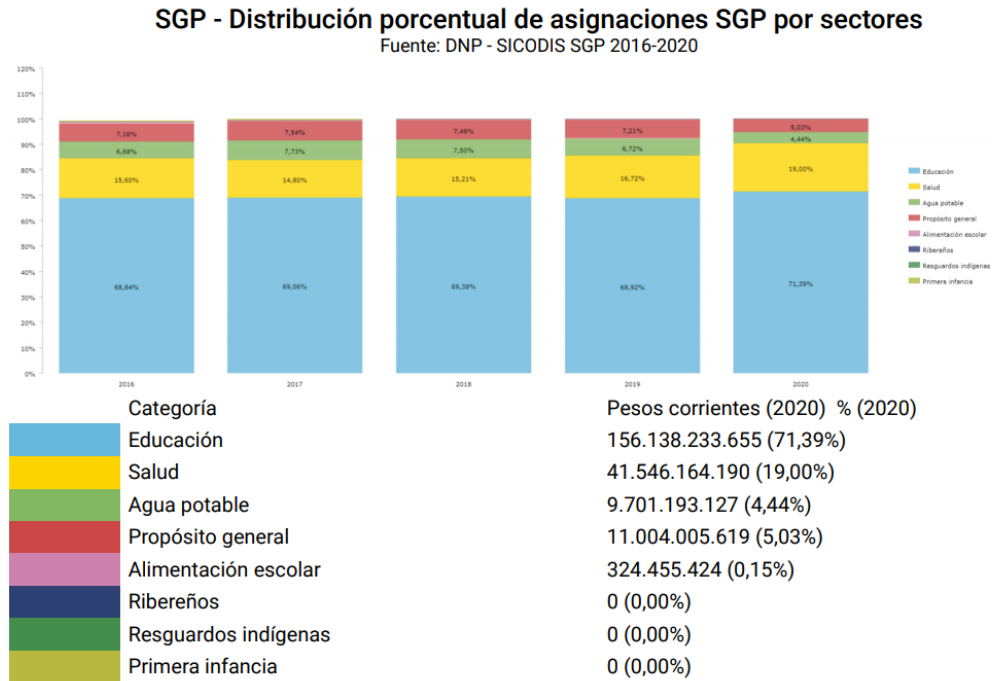
Figura 3 Inversión del municipio en agua potable y saneamiento básico



Fuente: Observatorio Regional Ambiental y de Desarrollo Sostenible del Río de Bogotá (ORARBO)

Para el año 2020 los recursos asignados para agua potable mediante el sistema general de participaciones SGP es de tan sólo el 4,44%, se evidencia que dentro de las prioridades predominan el aporte a educación y salud, con un 71,39% y 19% respectivamente.

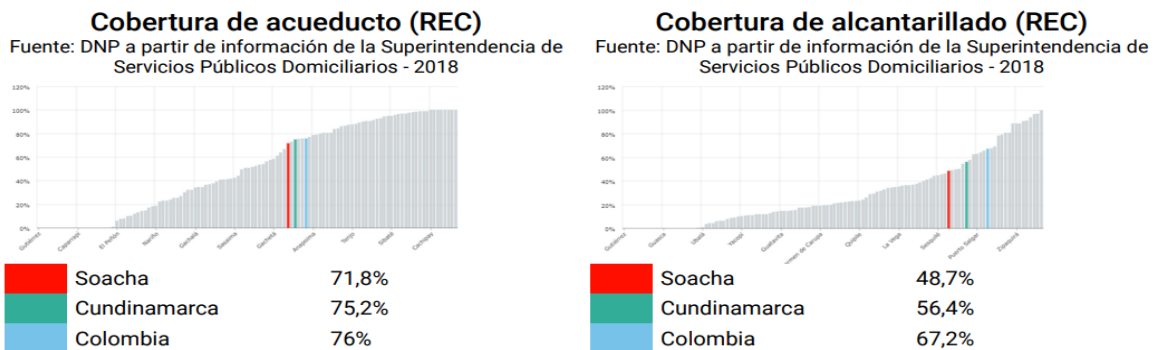
Figura 4 SGP por sectores



Fuente. Sistema de estadísticas territoriales TerriData.

La cobertura de acueducto y alcantarillado según información de la dirección de servicios públicos para el año 2018, sitúan al municipio en un 71,8% y 48,7% respectivamente. Con lo anterior se concluye, que los problemas ambientales ocasionados por el vertimiento de aguas residuales es una de las consecuencias directas de la falta de recursos para atender el saneamiento básico del municipio.

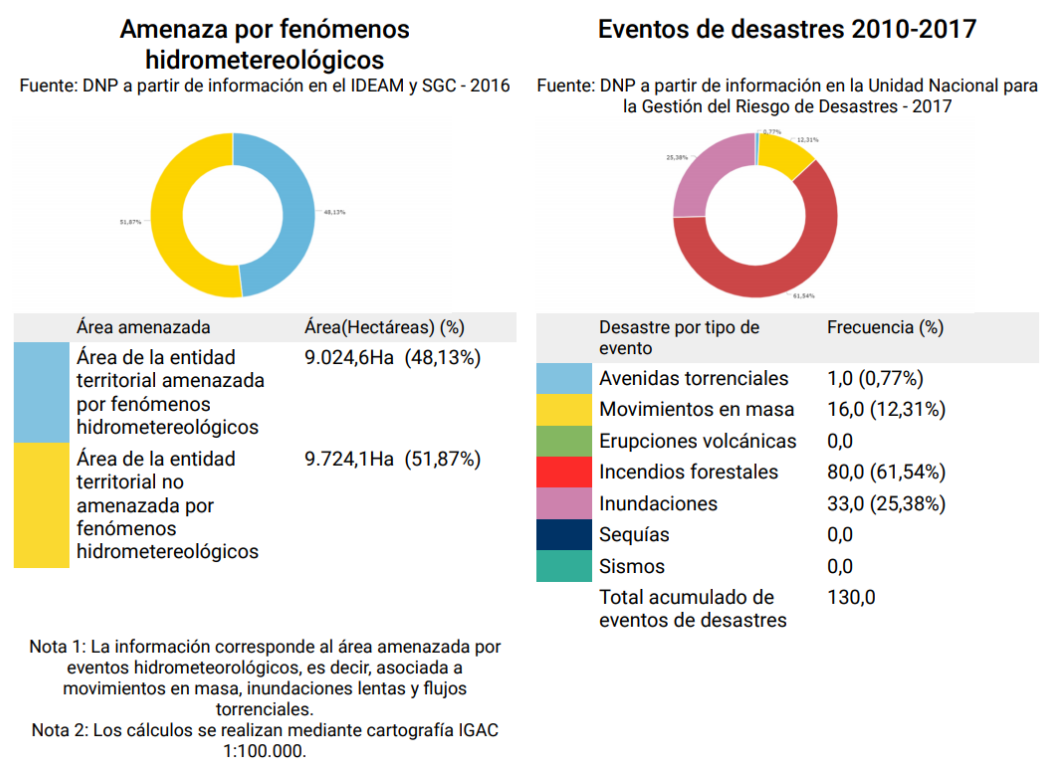
Figura 5 Cobertura de acueducto y alcantarillado



Fuente. Sistema de estadísticas territoriales TerriData.

En la gestión de riesgos de desastres para los eventos analizados entre el 2010 y el 2017, se evidencia que los incendios forestales, las inundaciones y los movimientos en masa son los de mayor frecuencia. En cuanto a la distribución del área amenazada por fenómenos hidrometeorológicos se reporta que el 48,13% de la entidad territorial presenta amenaza por este concepto.

Figura 6 Riesgo de desastres



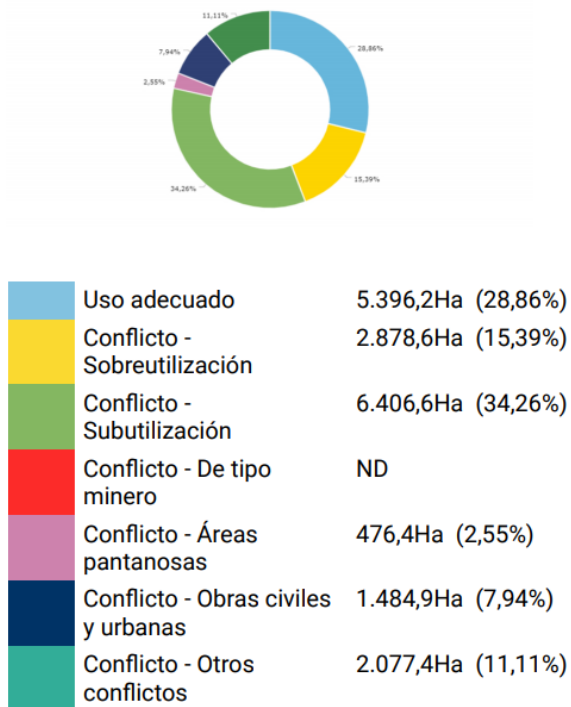
Fuente. Sistema de estadísticas territoriales TerriData.

El uso del suelo es unos factores que incide directamente en los problemas de contaminación, deforestación y erosión. Del porcentaje total del área de la entidad territorial, el 71,25% corresponde a conflictos por sobreutilización, subutilización, obras civiles y urbanas, áreas pantanosas y otros conflictos.



Figura 7 Uso del suelo

**Porcentaje del área de la entidad territorial  
en uso adecuado y en conflicto**



Fuente. Sistema de estadísticas territoriales TerriData

En el año 2013 se efectuó el reconocimiento de la problemática de salud en Soacha para la elaboración del POAS 2013, la evaluación describe los principales problemas en cada ciclo vital analizados por comunas y corregimientos. La etapa de vida donde se evidencia la vulnerabilidad de la población por deficiencias habitacionales es la de inicio pareja de vida (0-5 años).

Dentro de las enfermedades en este ciclo vital se destacan: la diarrea, la desnutrición, afecciones respiratorias agudas y mortandades materna y perinatal. A nivel de entorno, se evidencian problemas por abandono, accidentes en el hogar, hogares disfuncionales, maltrato intrafamiliar, condiciones de saneamiento básico deficiente atribuidos a la falta de acueductos, puesto que constituyen un factor de riesgo por la mala calidad de agua e inciden en la aparición de enfermedades dermatológicas y parásito intestinales.<sup>5</sup>

En términos de asentamiento humano, se evidencia que algunos predios carecen de las condiciones mínimas para su habitabilidad, no cuentan con la infraestructura

<sup>5</sup> DIRECCIÓN DE SALUD PÚBLICA. op. cit, p.133.

para salvaguardar la integridad física de las familias. Existe un gran número de personas que con el pasar de los años, han invadido terrenos en zonas de alto riesgo sin tramitar los permisos necesarios para la construcción de sus viviendas. Esta situación ha sido uno de los mayores inconvenientes para la legalización de los barrios, ya que se requiere de una serie de estudios y trámites con un gran costo de inversión para realizar conexiones de acueducto, alcantarillado, gas y vías tercerías.<sup>6</sup>

En Soacha, las bandas delincuenciales dedicadas a la comercialización ilegal de tierras vendían lotes entre 3 y 8 millones de pesos en cuatro zonas específicamente, Panamá, ciudadela Sucre, Frutales y el Hueco, lo cual fue un atractivo económico para las familias debido a su bajo costo. Los lotes no cumplen con las condiciones mínimas de seguridad por la inestabilidad del terreno y no tienen ningún tipo de conexión para la prestación de servicios públicos domiciliarios; esta situación conlleva a que se violenten las redes que están legalmente constituidas y se genere un riesgo para toda la comunidad.

El barrio Cagua primer sector ubicado en la comuna seis revela esta problemática, la comunidad manifiesta que en la actualidad se están presentando inconvenientes con el sistema de abastecimiento de agua potable. Cabe resaltar que aún no ha sido prestado el servicio por parte de la empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá (EEAB), el agua que consumen los habitantes del sector está siendo captada del nacedero Zaragoza ubicado en la vereda Panamá, ellos mismos se encargaron de realizar las conexiones y determinar la distribución de las redes hasta los predios. El Barrio se encuentra en proceso de legalización, por esta razón todavía no disponen de todos los servicios públicos, el único servicio que tienen vigente es el de la energía eléctrica.<sup>7</sup>

La representante de la comunidad del barrio Cagua en colaboración de los integrantes de la junta de acción comunal, han gestionado acciones correctivas y de mantenimiento que pretenden mejorar el sistema de abastecimiento de agua potable para garantizar un buen servicio, no obstante, presentan limitaciones económicas que les impiden llevarlas a la cabo en su totalidad.

En la vereda Panamá la problemática es aún más preocupante, sumado a las limitaciones económicas, se encuentran aquellas relacionadas al ámbito de salud y seguridad social, no existe un sistema de tratamiento para el consumo de agua potable y tampoco para el drenaje de aguas residuales, lo cual conlleva un riesgo

---

<sup>6</sup> Semana sostenible. "La preocupante situación de las invasiones en Bogotá". {En línea}. {15 de marzo de 2020}. Disponible en: (<https://sostenibilidad.semana.com/impacto/articulo/invasiones-en-bogota-un-problema-preocupante-y-de-inseguridad/38603>).

<sup>7</sup> Periodismo público. "Sed en el barrio Cagua de Soacha, hace un mes se agotó el agua potable". {En línea}. {15 de marzo de 2020}. Disponible en: (<https://periodismopublico.com/sed-en-el-barrio-cagua-de-soacha-hace-un-mes-se-agoto-el-agua-potable>).

para la comunidad debido a la proliferación de bacterias que pueden ocasionar enfermedades transmitidas por el agua contaminada. La mayoría de las personas que habitan en la vereda no tienen acceso a los servicios de salud, las brigadas que se han hecho no han sido suficientes para suplir todas las necesidades en este aspecto. Implementar campañas que promuevan la prevención de enfermedades asociadas al consumo de agua, son importantes teniendo en cuenta que es una población en condición de vulnerabilidad.

Según información dada por la comunidad, llevan más de ocho años sin servicio de acueducto. El agua se suministraba por medio de carrotanques y se almacenaba en los tanques de cada barrio, sin embargo, el líquido no era suficiente para cubrir todas las necesidades básicas de la población. Las 400 familias que habitaban en el barrio Caserío el Mirador, para el año 2016, cancelaban \$10.000 mensuales a un fontanero para el aprovisionamiento del mes, a pesar de ello, el agua sólo duraba un día.<sup>8</sup>

Actualmente se abastecen del nacedero de Zaragoza los barrios limonar, Villa Garzón, Manzano, Cerezos y Caserío el Mirador, con el pasar de los años se fueron adecuando las conexiones en cada sector y de esta forma se garantiza el suministro para cada una de las viviendas.

El único barrio que aún emplea carrotanques para el aprovisionamiento es Piedras Blancas. Debido a su ubicación, no ha sido posible el aprovechamiento del nacedero, la presión que ejercen las bombas del barrio Villa Garzón no es suficiente para hacer llegar el agua hasta este punto.

## **1.2 PLANTEAMIENTO PROBLEMA**

Algunos miembros de la comunidad del barrio Cagua primer sector, manifiestan la inconformidad de regular el abastecimiento de agua potable mediante una empresa de servicios públicos. Con la legalización del suministro se generarían cobros que algunos no estarían dispuestos a asumir.

El agua es uno de los temas más tratados y que genera mayor controversia en la comunidad, las discrepancias están asociadas principalmente a los intereses particulares que tiene cada uno, no obstante, en lo que la mayoría si está de acuerdo, es en la necesidad de formular un plan de mejoramiento que mitigue la problemática actual de abastecimiento.

---

<sup>8</sup> Canal Capital. "Habitantes de la Vereda Panamá en Soacha sin agua por más de ocho años". {En línea}. {15 de marzo de 2020}. Disponible en: ([https://www.youtube.com/watch?v=Qn3\\_s8kL-Wo](https://www.youtube.com/watch?v=Qn3_s8kL-Wo)).

Dentro de los factores que generan mayor afectación, se encuentra la carencia de un tratamiento para la potabilización del agua y el deterioro de las obras civiles.

En el barrio Cagua primer sector el almacenamiento se da principalmente por tres tanques: el más grande tiene una capacidad aproximada de 1.622 m<sup>3</sup>, los otros dos 810,81 m<sup>3</sup> y 900 m<sup>3</sup> respectivamente. El principal permanece expuesto a la contaminación del ambiente, en donde se observa la concentración de partículas que se aposan en la superficie del agua y la proliferación de insectos. El segundo tanque es contiguo al principal y está cubierto en su totalidad.

Figura 8 Tanque principal de almacenamiento



Fuente. Autores

En el tercer tanque, se tiene la conexión de la tubería principal que conecta con la red de distribución del barrio. De acuerdo a la inspección visual realizada en la estructura, se evidencia que está constituida principalmente por concreto, el acceso se efectúa a través de una tapa del mismo material, cuya apertura es permitida únicamente para gestión de mantenimientos y verificación de la lámina de agua.

Figura 9 Tanque secundario de almacenamiento



Fuente. Autores

En las válvulas de globo y la tubería de conexión se divisa deterioro y cierto grado de corrosión. Entre las posibles causas se puede atribuir la antigüedad de la misma, puesto que fue ensamblada hace aproximadamente 50 años.

Figura 10 Válvula de globo y tubería de conexión



Fuente. Autores

Según información dada por la comunidad, se estima que el mantenimiento de las estructuras mostradas se realiza una vez al año, en el que se incluyen jornadas de aseo, desinfección y arreglos varios.

En la vereda Panamá el panorama es preocupante, la mayoría de los predios se encuentran en situación de ilegalidad y debido a las condiciones de habitabilidad y riesgos de la zona, es compleja la intervención de la dirección de servicios públicos del municipio.

En esta zona son más precarias las condiciones del sistema. Para el almacenamiento se disponen tanques plásticos de 2000 lt distribuidos en el sector de Villa Garzón, los cuales se soportan sobre una estructura en madera que no ofrece las condiciones mínimas de seguridad, puesto que es un terreno con un grado de inclinación considerable.

Figura 11 Almacenamiento Villa Garzón



Fuente. Autores

Para el transporte de agua del punto de captación a los sitios de acopio, se emplean electrobombas de 2 hp. Son indispensables en el sistema, pero presentan limitaciones, en varias ocasiones han tenido que ser reparadas por las variaciones de energía que hay en la zona.



Figura 12 Electrobombas Villa Garzón



Fuente. Autores

### 1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

¿Cuál sería la mejor opción para mejorar el sistema de abastecimiento actual del barrio Cagua primer sector y la vereda Panamá?

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Realizar un diseño para el mejoramiento del sistema de distribución de agua potable que poseen actualmente las comunidades del barrio Cagua primer sector y la Vereda Panamá en el municipio de Soacha Cundinamarca.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Caracterización del componente ambiental en la problemática de abastecimiento de agua.
- Transferencia de conocimiento a la comunidad.
- Análisis socioeconómico y legal de las zonas afectadas.
- Identificación de las condiciones de habitabilidad.
- Evaluación del sistema de abastecimiento de agua en cada sector.
- Diagnóstico de la problemática de abastecimiento de agua y saneamiento básico.
- Elaboración de la propuesta de mejoramiento para el sistema de abastecimiento de agua en la Vereda Panamá y el Barrio Cagua Primer Sector.



### **3. JUSTIFICACIÓN**

Incentivar la formulación de proyectos comunitarios desde la profesión de ingeniería civil para el beneficio de poblaciones vulnerables, que sean viables, amigables con el medio ambiente, y estén afines a los marcos legales y planes de mejoramiento de cada territorio.

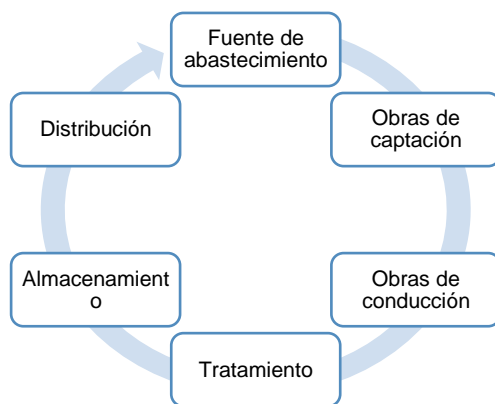
## 4. MARCO DE REFERENCIA

### 4.1 MARCO TEÓRICO

**4.1.1 Sistema de abastecimiento de agua potable.** Para que un sistema sea eficiente, es necesario que los componentes que lo conforman, cumplan con las especificaciones de la normatividad vigente, así mismo se debe garantizar que el agua se encuentre en óptimas condiciones para el consumo.

Los acueductos son los sistemas de abastecimiento de la edad moderna, para su diseño se requieren estudios que permitan identificar las características de la fuente hídrica, la topografía y situación de la zona, la población servida, entre otros. Tienen un papel fundamental para el desarrollo de la sociedad, sin ellos no sería posible el suministro de agua potable de forma permanente.

Figura 13 Esquema convencional de abastecimiento



Fuente. Autores

### 4.1.2 Elementos de un sistema de abastecimiento

- **Fuente de abastecimiento:** Es el recurso hídrico donde se realiza la captación. En la fuente superficial se encuentran principalmente los ríos, lagos, embalses y manantiales. Las aguas subterráneas se componen por galerías filtrantes y aljibes.

- **Obras de captación:** Es la estructura destinada para la captación y está en función de la fuente de abastecimiento. Para aguas superficiales se emplean bocatomas y para aguas subterráneas se hace por medio de pozos.
- **Obras de conducción:** Corresponde a las conexiones de los diferentes puntos del sistema, pueden variar de acuerdo a las condiciones del terreno y la longitud en cada trayecto. Se realizan a través de tuberías que funcionan a presión o gravedad, o por canales rectangulares y trapezoidales abiertos o cerrados.
- **Tratamiento del agua:** Es el proceso mediante el cual se eliminan los microorganismos presentes en el agua. La adición de cloro es uno de los métodos más usados para el tratamiento, es importante hacerlo porque el agua en su estado natural no apta para el consumo humano.
- **Almacenamiento:** Son las estructuras utilizadas para conservar el agua potable que no está en circulación. Asegura el suministro cuando aumenta la demanda del líquido.
- **Distribución:** En sistemas más complejos, es la etapa donde se establece la red de tuberías que distribuyen el agua a cada uno de los domicilios. Cuando la presión no es suficiente, se debe evaluar el suministro por medio de equipos de bombeo.<sup>9</sup>

**4.1.3 Nivel de complejidad del sistema.** Es la clasificación que determina el nivel de complejidad de acuerdo con el número de habitantes y su capacidad económica. “La caracterización económica es importante en aquellos municipios en donde el crecimiento económico difiere notablemente del crecimiento de la población”.<sup>10</sup>

---

<sup>9</sup> LÓPEZ CUALLA, Ricardo Alfredo. Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados. 2da edición. Bogotá. Escuela Colombiana de Ingeniería. 1995. 383p.

<sup>10</sup> MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Guía– 001 RAS. Definición del nivel de complejidad y evaluación de la población, la dotación y la demanda de agua. Bogotá. 2003. 67p.

Tabla 1 Asignación del nivel de complejidad

Nivel de complejidad	Población en la zona urbana <sup>(1)</sup> (habitantes)	Capacidad económica de los usuarios <sup>(2)</sup>
Bajo	< 2,500	Baja
Medio	2,501 a 12,500	Baja
Medio alto	12,501 a 60,000	Media
Alto	> 60,000	Alta

(1) Proyectado al período de diseño, incluida la población flotante.

(2) Incluye la capacidad económica de la población flotante. Debe ser evaluada según metodología del DNP o cualquier otro método justificado.

Fuente. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, op. cit, p.14.

**4.1.4 Proyecciones de población.** El crecimiento de la población es una variable fundamental para fijar el nivel de complejidad del sistema, igualmente se requiere para establecer los criterios de planeación y diseño de los elementos del acueducto.

La proyección de población se calcula con base en el registro histórico de los censos hechos por el DANE. Los métodos permitidos por el RAS se aplican según el nivel de complejidad, se sugiere que se empleen todos los métodos del nivel respectivo y se escoja el más conveniente.

Tabla 2 Métodos para la proyección de población

Método por emplear	Nivel de complejidad del sistema			
	Bajo	Medio	Medio alto	Alto
Aritmético	X	X		
Geométrico	X	X	X	X
Wappaus	X	X	X	X
Gráfico	X <sup>(1)</sup>	X	X	
Exponencial	X <sup>(1)</sup>	X <sup>(1)</sup>	X <sup>(2)</sup>	
Detallar por zonas			X	X
Detallar densidades			X	X

(1) Sujeto a justificación.

(2) Optativo, recomendable.

Fuente. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, op. cit, p.20.

- **Método aritmético:** Recomendado por el RAS para niveles de complejidad bajo y medio, se sugiere para poblaciones pequeñas en las que no existe un crecimiento significativo.

$$P_f = P_{uc} + \frac{P_{uc} - P_{ci}}{T_{uc} - T_{ci}} * (T_f - T_{uc})$$

Donde:

Pf: Población correspondiente al año de proyección

Puc: Población del último censo

Pci: Población del censo inicial

Tuc: Año del último censo

Tci: Año del censo inicial

Tf: Año de proyección

- **Método geométrico:** Recomendado por el RAS para niveles de complejidad bajo, medio y medio alto. Método apropiado para poblaciones que presentan actividad económica significativa y cuyas áreas de expansión pueden ser dotadas sin mayor impedimento.

$$P_f = P_{uc} * (1 + r)^{T_f - T_{uc}}$$

Donde:

r: Tasa de crecimiento de la población anual

$$r = \left( \frac{P_{uc}}{P_{ci}} \right)^{1/(T_{uc} - T_{ci})} - 1$$

Las demás variables son definidas en el anterior método.

- **Método de Wappaus:** Recomendado por el RAS para todos los niveles de complejidad.

$$P_f = P_{ci} * \frac{(200 + i * (T_f - T_{ci}))}{(200 - i * (T_f - T_{ci}))}$$

Donde:

I: Tasa de crecimiento de la población en porcentaje

Sólo puede usarse cuando el producto de i por la diferencia entre T<sub>f</sub> menos T<sub>ci</sub> es menor a 200, de lo contrario el crecimiento sería negativo.

$$i * (T_f - T_{ci}) < 200$$

- **Método exponencial:** Recomendado por el RAS para niveles de complejidad bajo, medio y medio alto. Método apropiado para poblaciones en constante desarrollo y áreas de expansión abundantes.

$$P_f = P_{ci} * e^{k*(T_f - T_{ci})}$$

Donde:

k: Tasa de crecimiento de la población

$$k = \frac{\ln(P_{cp}) - \ln(P_{ca})}{T_{cp} - T_{ca}}$$

P<sub>cp</sub>: Población de censo posterior

P<sub>ca</sub>: Población de censo anterior

T<sub>cp</sub>: Año del censo posterior

T<sub>ca</sub>: Año del censo anterior

Ln: Logaritmo natural

Se requieren como mínimo tres censos para determinar el valor promedio de la tasa de crecimiento de la población (k).

- **Método gráfico:** Según el RAS, el método es opcional para el nivel de complejidad bajo y es permitido para los niveles medio y medio alto. Consiste principalmente en comparar la población de estudio con la de otros tres municipios del país, las cuales deben reunir las siguientes características:
  - Uno de los municipios (población B) debe ser de la misma región y similar en cuanto a clima, desarrollo y tamaño, con información confiable de proyecciones de crecimiento de la población.
  - El segundo municipio (población C) debe ser de la misma región y similar en cuanto a clima y desarrollo del municipio en estudio (población A). Debe tener el doble de la población o más para no realizar proyecciones sobre su crecimiento.
  - El tercer municipio (población D) debe ser de otra región del país y similar en cuanto a clima y desarrollo del municipio en estudio (población A). Debe tener el doble de la población o más para no realizar proyecciones sobre su crecimiento.<sup>11</sup>

#### 4.1.5 Consideraciones básicas de diseño

- **Periodo de diseño:** Se adoptará un periodo de diseño de 25 años para los componentes del sistema de acueducto.
- **Dotación neta máxima:** Se debe determinar con base en los consumos históricos de la región (doméstico, público, industrial, pérdidas y desperdicios). En todo caso no podrán exceder los valores máximos establecidos por la resolución 0330 del RAS.

La dotación neta máxima se asigna por habitante de acuerdo a la altitud de la zona atendida

---

<sup>11</sup> MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, op. cit, p.20-25.

Tabla 3 Dotación neta máxima

ALTURA PROMEDIO SOBRE EL NIVEL DEL MAR DE LA ZONA ATENDIDA	DOTACIÓN NETA MÁXIMA (L/HAB*DÍA)
> 2000 m.s.n.m	120
1000 – 2000 m.s.n.m	130
< 1000 m.s.n.m	140

Fuente. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Resolución 0330 del RAS. op. cit, p.32.

- **Dotación bruta:** Se calcula para cada uno de los componentes del sistema con base en la siguiente ecuación:

$$D_{bruta} = \frac{D_{neta}}{(1 - \% p)}$$

Donde:

$D_{bruta}$ : Dotación bruta en L/hab\*día

$D_{neta}$ : Dotación neta

%p: Porcentaje de pérdidas técnicas máximas para diseño

- **Porcentaje de pérdidas técnicas máximas:** Son todas las pérdidas que se esperan en los componentes del sistema de acueducto, las cuales no deberán superar el 25%.<sup>12</sup>

---

<sup>12</sup> MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Resolución 0330 del RAS. Bogotá. 2017, 182p.



#### 4.1.6 Cálculo de caudales

- **Caudal medio diario (Qmd):** Demanda media total de agua de un municipio.

$$Qmd = \frac{P * D_{bruta}}{86400}$$

Donde:

Q<sub>md</sub>: Caudal medio diario en L/s

P: Población servida

D<sub>bruta</sub>: Dotación bruta

- **Caudal máximo diario (QMD):** Caudal máximo esperado en un periodo de 24 horas durante un año de análisis.

$$QMD = Qmd * k1$$

Donde:

QMD: Caudal máximo diario en L/s.

k1: Coeficiente de mayoración del consumo máximo diario que está en función del número de habitantes de la zona atendida.

- Poblaciones menores a 12.500 habitantes K1 no debe ser mayor a 1,3
- Poblaciones mayores a 12.500 habitantes K1 no debe ser mayor a 1,2

- **Caudal máximo horario (QMH):** Es la hora de máximo consumo en el día durante un año.

$$QMH = QMD * K2$$

Donde:

QMH: Caudal máximo horario en L/s

K2: Coeficiente de mayoración del consumo máximo horario que está en función del número de habitantes de la zona atendida.

- Poblaciones menores a 12.500 habitantes K2 no debe ser mayor a 1,6
- Poblaciones mayores a 12.500 habitantes K1 no debe ser mayor a 1,5

**4.1.7 Caudales de diseño.** De acuerdo al artículo 47 de la resolución 0330 se relaciona el caudal de diseño para cada uno de los componentes del sistema de acueducto.

Tabla 4 Caudales de diseño

COMPONENTE	CAUDAL DE DISEÑO
Captación fuente superficial	Hasta 2 veces QMD
Captación fuente subterránea	QMD
Desarenador	QMD
Aducción	QMD
Conducción	QMD
Tanque	QMD
Red de Distribución	QMH

Fuente. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Resolución 0330 del RAS. op. cit, p.33.

**4.1.8 Saneamiento básico.** Es el mecanismo mediante el cual se garantizan las condiciones básicas para eliminar las excretas, aguas residuales y tener un ambiente limpio y sano en las viviendas y en sus alrededores.

Según el programa conjunto de monitoreo (PCM), se define el agua potable salubre como la utilizada para fines domésticos, de higiene personal y de consumo. “Es el agua cuyas características microbianas, químicas y físicas cumplen con las pautas de la OMS o los patrones nacionales sobre la calidad del agua potable”.

El acceso a agua potable salubre se refiere al porcentaje de la población que utiliza agua de buena calidad y que disponen de conexiones domiciliarias y sistemas

compuestos por pozos de sondeo, pozos excavados protegidos, surgente protegida y aguas pluviales.<sup>13</sup>

**4.1.9 Enfermedades transmitidas por agua contaminada.** Las enfermedades son causadas por microorganismos y/o sustancias químicas presentes en las fuentes hídricas, las bacterias se propagan con mayor facilidad en medios acuáticos, como lo son ríos y lagos contaminados. Se ha comprobado que las aguas cristalinas también son susceptibles a contaminación por algún tipo de bacteria.

Las enfermedades pueden transmitirse a través de la ingesta del líquido, por contacto directo con agua residual, o mediante el consumo de alimentos que fueron lavados y cocinados con agua no tratada.

- **Hepatitis A:** Es una enfermedad que afecta directamente el hígado, en algunos casos puede ser letal si no se trata a tiempo. Se contagia a través del consumo de agua contaminada por microorganismos de origen intestinal.
- **Giardiasis:** Es una enfermedad infecciosa causada por el parásito *Giardia intestinalis*, ataca el sistema digestivo. Se contagia mediante la ingesta de alimentos o agua contaminada por el parásito.
- **Amebiasis:** Afecta el tracto intestinal e impide la absorción de nutrientes en el organismo. La infección la causa el protozooario *Entamoeba histolytica*, se encuentra en alimentos o agua contaminada por el microorganismo.
- **Fiebre Tifoidea:** Enfermedad infecciosa que afecta el sistema digestivo, es causada por la bacteria *Salmonella typhi*, se transmite por la ingesta de alimentos o agua contaminada con la bacteria.
- **Cólera:** Enfermedad infecciosa aguda que afecta el tracto intestinal, es causada por la bacteria *Vibro Cholerae*. Se trasmite por el consumo de alimentos o agua contaminada con la bacteria.
- **Ascaridiasis:** Enfermedad que afecta el tracto intestinal, es causada por el parásito *Ascaris Lumbricoide*. Se trasmite por el consumo de alimentos o agua contaminada con los huevos del parásito.
- **Leptospirosis:** Es una infección causada por la bacteria *leptospira*, se encuentra presente en la orina de las ratas y de otros animales infectados como

---

<sup>13</sup> Organización Mundial de la Salud. "Agua, saneamiento y salud (ASS)". {En línea}. {02 de abril de 2020}. Disponible en: ([https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/mdg1/es/](https://www.who.int/water_sanitation_health/mdg1/es/)).

perros y gatos. El contagio se genera a través de heridas en la piel o por el contacto de aguas contaminadas con los ojos, nariz o saliva.<sup>14</sup>

**4.1.10 Habitabilidad.** Son las obras locativas que buscan mejorar las condiciones básicas de vivienda de las poblaciones vulnerables, no requieren permisos o licencias para su ejecución.

Están dirigidas primordialmente al mantenimiento y mejoramiento de redes hidráulicas y sanitarias, así como otras relacionadas al saneamiento de las viviendas.<sup>15</sup>

El estado de las viviendas influye directamente en la salud de las personas, cuando estas se encuentran en deterioro, hacinamiento o en asentamientos informales se es más propenso a sufrir lesiones, problemas respiratorios, enfermedades infecciosas y de salud mental.

Para poder analizar el impacto que genera la habitabilidad en la salud, es necesario identificar los siguientes factores<sup>16</sup>:

- Aspectos físicos de la vivienda y sus alrededores.
- Aspectos sociales asociados a las viviendas.
- Aspectos socioeconómicos de los hogares y de las comunidades que los rodean.
- Acceso a servicios sociales.
- Factores psicológicos y simbólicos.

---

<sup>14</sup> TUASAÚDE. “Siete enfermedades causadas por beber agua contaminada y tratamiento”. {En línea}. {02 de abril de 2020}. Disponible en: (<https://www.tuasaude.com/es/consecuencias-de-beber-agua-contaminada/>).

<sup>15</sup> Secretaria Distrital del Hábitat. “Habitabilidad”. {En línea}. {02 de abril de 2020}. Disponible en: (<https://www.habitatbogota.gov.co/transparencia/informacion-interes/glosario/habitabilidad>).

<sup>16</sup> CEBALLOS RAMOS, Olga Lucía. VEGA ROMERO, Román. FERNANDEZ JUAN, Amelia. MARTINEZ COLLANTES, Jorge. HERRERA, Ronald Ferney. LONDOÑO PALACIO, Olga Lucia. CHAPARRO BORJA, Paola. CAICEDO MEDINA, Julián Alberto. RINCON CASTELLANOS, Milena. GIRALDO VILLATE, Claudia Irene. La habitabilidad y salud en Colombia: Una propuesta metodológica para su análisis. Bogotá, 2014. 40p. Artículo. Universidad Nacional de Colombia.

**4.1.11 Sistema de filtración de agua.** Tiene como finalidad principal la descontaminación del agua a través de barreras físicas, procesos químicos o procesos biológicos. Son empleados para retener pequeñas partículas en suspensión, eliminar concentraciones de plomo, cloro y contaminantes bacterianos. Los filtros proporcionan un mejor sabor y olor al agua potable.

El consumo de agua filtrada puede reducir el riesgo de sufrir enfermedades como el cáncer de recto, cáncer de colon y cáncer de vejiga ya que eliminan la concentración de cloro y sus subproductos.<sup>17</sup>

En los sistemas de filtración se encuentran los convencionales, directos, lentos de arena y de tierra diatomácea, son muy eficientes porque eliminan la mayoría de los protozoos, bacterias y virus. Los filtros de bolsa y cartucho descontaminan el agua, pero no eliminan los virus ni la totalidad de bacterias.

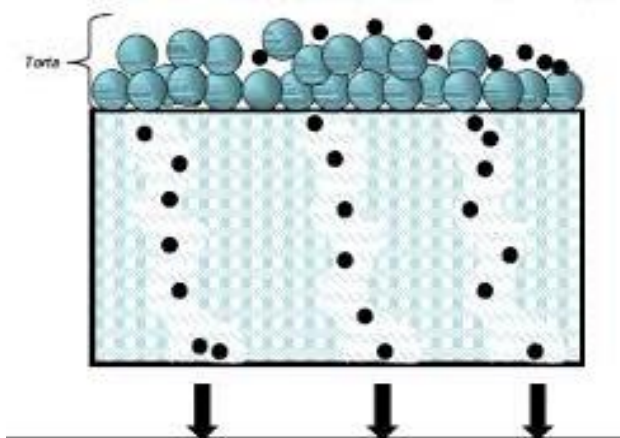
- **Filtración convencional:** Funciona principalmente por coagulación y se opera bajo varias etapas. Inicialmente se adiciona un coagulante químico al agua compuesto por sales de aluminio o hierro, se agita la mezcla para inducir la unión de las partículas que forman masas coaguladas conocidas como “flóculos”, las masas quedan en suspensión llevándose consigo los contaminantes. Al finalizar el proceso de coagulación, el agua se conduce a través de los filtros para remover las partículas restantes las cuales se adhieren al material filtrante (véase la Figura 10).
- **Filtración lenta en arena:** Se caracteriza por retener partículas pequeñas y degradar contaminantes orgánicos mediante un lecho de arena de 0,6 a 1,2 metros de profundidad. Cuando el agua desciende lentamente se forma una capa retenedora biológicamente activa (véase la .igura 11).
- **Filtración con tierra diatomácea:** Por medio de conchas fosilizadas de pequeños organismos marinos se conduce el agua bruta. La tierra filtra físicamente las partículas contaminantes (véase la Figura 12).<sup>18</sup>

---

<sup>17</sup> Business Connect. “Everything You Need To Know About A Water Filtration System Before Buying One”. {En línea}. {15 de abril de 2020}. Disponible en: (<https://businessconnectworld.com/2018/06/13/water-filtration-system/>).

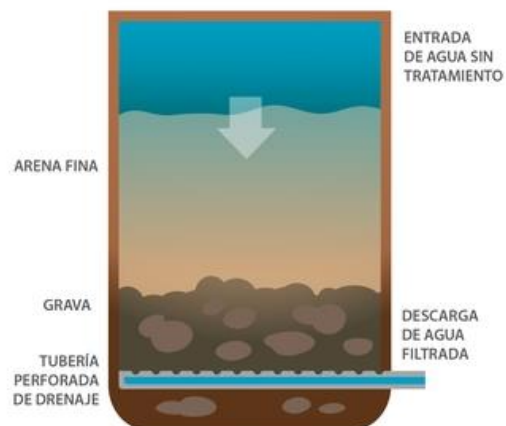
<sup>18</sup> KOSHLAND SCIENCE MUSEUM. “Sistemas de filtración”. {En línea}. {15 de abril de 2020}. Disponible en: (<https://www.koshland-science-museum.org/water/html/es/Treatment/Filtration-Systems.html>).

Figura 14 Filtración convencional



Fuente. MONDALGO GÓMEZ, Leyla Pamela. SALCEDO PORRAS, Isabel Constanza. Efecto de la presión sobre la resistencia específica en la filtración con formación de torta compresible mixta. [En línea]. Huancayo-Perú. 2015.igura 7. Filtración lenta con arena

Figura 15 Filtro de material granular



Fuente. KOSHLAND SCIENCE MUSEUM. Sistemas de filtración. [En línea].

Figura 16 Filtración con tierra diatomácea



Fuente. CRYSTAL IQF. Filtros de tierras de diatomeas. [En línea].

## 4.2 MARCO LEGAL

**4.2.1 Resolución 0330 de 2017.** Resolución 0330 del 08 de junio de 2017, “Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005 y 2320 de 2009”.

Tanto en el barrio Cagua primer sector como en la vereda Panamá, se tiene prevista la legalización total de los predios para definir el aprovisionamiento de agua potable, ya sea mediante la concesión de agua del nacedero de Zaragoza ante la CAR o a través de la dirección de servicios públicos del municipio de Soacha.

Considerando que dentro del alcance del proyecto se pretende mejorar el sistema de abastecimiento como una solución inmediata a los problemas que vienen presentando las comunidades, se decidió que sólo se va a optar la resolución 0330 para analizar los elementos que componen cada sistema. Lo anterior obedece a que no es viable implementar un plan de mejoramiento regido en su totalidad por la norma, puesto que implicaría reformas mayores que las comunidades no podrían costear y porque aún es incierta la legalización del aprovisionamiento.

**4.2.2 Concesión de aguas.** Considerando que la CAR es la entidad facultada para otorgar concesiones de agua en el departamento de Cundinamarca, se relaciona la siguiente normatividad que debe tenerse en cuenta al momento de gestionar el trámite.

- **Acuerdo 10 del 6 de abril de 1989 (Artículos 13, 33-34,59):** “Por el cual se dictan las normas para administrar las aguas de uso público en el área de la CAR”.
- **Decreto número 1575 de 2007 (Artículo 28):** “Por el cual se establece el sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo humano”.
- **Decreto número 1076 de 2015 (Artículos 2.2.3.2.7.1 - 2.2.3.2.7.8; 2.2.3.2.9.1 - 2.2.3.2.10.20; 2.2.3.2.16.4 - 2.2.3.2.16.21; 2.2.9.6.1.22):** “Por medio del cual se expide el decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible”.
- **Acuerdo número 023 del 01 de septiembre de 2009 (Artículo 2 numeral 6, artículos 4, 13-15):** “Por el cual se establecen los parámetros y el procedimiento para efectuar el cobro de las tarifas de evaluación y seguimiento de las licencias ambientales, permisos, concesiones, autorizaciones y demás instrumentos de control y manejo ambiental, en jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR”.
- **Decreto 2811 de 1974 (Artículo 50 -63, 77 - 163):** “Por el cual se dicta el código nacional de recursos naturales renovables y de protección al medio ambiente”.
- **Ley 633 de 2000 (Artículo 96):** Por la cual se expiden normas en materia tributaria, se dictan disposiciones sobre el tratamiento a los fondos obligatorios para la vivienda de interés social y se introducen normas para fortalecer las finanzas de la Rama Judicial.
- **Ley número 962 del 08 de julio de 2005 (Artículo 25):** “Por la cual se dictan disposiciones sobre racionalización de trámites y procedimientos administrativos de los organismos y entidades del Estado y de los particulares que ejercen funciones públicas o prestan servicios públicos”.
- **Resolución número 1280 del 07 de julio de 2010 (Artículo 1):** “Por la cual se establece la escala tarifaria para el cobro de los servicios de evaluación y seguimiento de las licencias ambientales, permisos, concesiones, autorizaciones y demás instrumentos de manejo y control ambiental para



proyectos cuyo valor sea inferior a 2115 SMMV y se adopta la tabla única para la aplicación de los criterios definidos en el sistema y método definido en el artículo 96 de la Ley 633 para la liquidación de la tarifa”.

- **Ley 99 de 1993 (Título I, VI, VII y VIII):** “Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones”.
- **Resolución número 2202 del 29 de diciembre de 2006 (Todos):** “Por la cual se adoptan los Formularios Únicos Nacionales de Solicitud de Trámites Ambientales”.

### 4.3 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

**4.3.1 Investigación acción participativa (IAP) para trabajos comunitarios.** Es una de las metodologías de investigación más usadas para el estudio de trabajos comunitarios, se caracteriza por indagar con mayor detalle los factores que determinan los problemas, así como promover la participación de las comunidades en todas las etapas de investigación, reflexión y acción.<sup>19</sup>

El enfoque investigativo está dirigido a mejorar una situación, es el medio mediante el cual se desarrolla el conocimiento público y la forma en la manejan los procesos como los sociales o ambientales.

- **Principales características.**

- **Investigación:** Indaga sobre los problemas y necesidades de la comunidad para identificar soluciones rápidas y efectivas.
- **Acción:** Orientar la investigación a la acción y transformación como fuente de conocimiento y resultado.
- **Participación:** Involucra la interacción de todos los actores que hacen parte de la investigación.<sup>20</sup>

---

<sup>19</sup> SOLIZ, Fernanda. MALDONADO, Adolfo. Guía de metodologías comunitarias participativas, Guía No. 5. Ecuador, 2012. 55p.

<sup>20</sup> TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN SOCIAL. “La Investigación-Acción-Participativa (IAP)”. {En línea}. {15 de abril de 2020}. Disponible en:

### 4.3.2 Etapas y fases de una investigación acción participativa (IAP)

#### 4.3.2.1 Etapa de pre investigación. Planteamiento de los síntomas, demanda y elaboración del proyecto

- **Planteamiento de la investigación:** Formulación de preguntas basadas en el objeto a estudiar. ¿Pará quién y para qué se hace? ¿Quién lo hace? ¿Cómo? ¿Cuándo? Se debe establecer los objetivos que se pretenden alcanzar con la investigación y los impactos que tendrá sobre la comunidad.
- **La negociación de la demanda:** Proceso de debate y negociación con la población demandante acerca de los fines y alcances de la investigación.
- **Constitución del equipo investigador:** Conformación del grupo de personas que efectuaran la investigación.
- **Elaboración del proyecto de investigación:** Formulación de la demanda inicial y justificación de la investigación, planteamiento de objetivos generales teniendo en cuenta las limitaciones, diseño de la fases y técnicas a utilizar y cronograma para la ejecución de actividades

#### 4.3.2.2 Diagnostico. Corresponde a la evaluación de la situación actual. En esta etapa se formulan los interrogantes acerca de la problemática que presenta la comunidad con base en la documentación existente y las entrevistas a representantes institucionales y asociativos.

- **Recolección de información:** Recopilar información acerca del tema estudiado y la zona de influencia. En esta fase se busca conocer la población y sus características, el territorio donde se encuentra y conceptualizar la problemática.
- **Constitución de la comisión de seguimiento:** Es la encargada de hacer seguimiento a la investigación.
- **Constitución del grupo IAP (GIAP):** Lo componen el equipo investigador y los miembros de la comunidad que participan activamente en el proceso.

---

(<https://sites.google.com/site/tecninvestigacionsocial/temas-y-contenidos/tema-5-las-tecnicas-dialecticas-iap-y-tecnicas-de-creatividad-social/la-investigacion-accion-participativa-iap>).

- **Introducción de elementos analizadores:** Difusión de información para el conocimiento de la comunidad (talleres, asamblea de vecinos, rueda de prensa; entre otros).
- **Inicio trabajo de campo:** Fase inicial donde se realizan entrevistas a los representantes de la comunidad. El objetivo es obtener información preliminar sobre la problemática y el territorio, así como identificar las propuestas y estrategias que se plantean.
- **Entrega y discusión del primer informe:** Consta de un informe provisional en donde se evalúa la información recogida hasta el momento (se discute en la comisión de seguimiento).

#### 4.3.2.3 Programación.

- **Trabajo de campo:** Segunda fase de entrevistas individuales o grupales para conocer los diferentes puntos de vista relacionados a la problemática que se aborda.
- **Análisis de textos y discursos:** Fase donde se procesa toda la información recolectada hasta el momento. Consta de dos etapas: Preparación de los datos (organización y transcripción del material producido) y tratamiento de su contenido (proceso donde se reúnen y retroalimentan los elementos analíticos e interpretativos).
- **Entrega y discusión del segundo informe:** En este informe se empalma la definición de la problemática realizada en la primera etapa con las conclusiones obtenidas del nuevo material (la información se discute por parte del grupo GIAO y la comisión de seguimiento).
- **Talleres:** Promover la participación de toda la población para discutir y elaborar las propuestas de las distintas políticas a realizar.

#### 4.3.2.4 Conclusiones y propuestas.

- **Construcción del programa de acción integral (PAI):** En esta fase se concreta todo el trabajo realizado en la investigación en un programa de acción integral (PAI), en donde se realiza la programación de propuestas en dos grandes grupos de tareas; uno en temas sensibles y otro en temas integrales.

- **Entrega de informe final:** Documento que reúne la totalidad de la investigación. Es necesario que esté escrito en un lenguaje comprensible ya que es la herramienta de trabajo para las personas que fueron participes en el proceso.<sup>21</sup>

**4.3.3 Definición de la población de estudio.** Para el desarrollo de proyectos sociales es fundamental definir la población a la cual va dirigida la investigación. Es importante tener en cuenta los elementos de selección para integrar el grupo de personas que harán parte del estudio.

- **Población:** Conjunto de personas en las que centra el objeto principal de la investigación, se eligen de acuerdo al caso particular de estudio.
- **Selección de población:** Existen criterios para seleccionar la población, el primero es la homogeneidad, que establece que los miembros de la población deben reunir las mismas características, ya que de no serlo se puede llegar a conclusiones que no corresponden con los objetivos planteados.

El segundo es la temporalidad, que se refiere al periodo de tiempo en el que se encuentra la población. Se debe definir si el estudio está basado en acontecimientos del presente o del pasado.

Es muy importante establecer este criterio porque las condiciones de la población pueden variar con el tiempo.

Por último, están los límites espaciales, que es donde se establece el origen y tipo de población.<sup>22</sup>

---

<sup>21</sup> MARTI, Joel. "La investigación - acción participativa. estructura y fases\*". {En línea}. {15 de abril de 2020}. Disponible en: ([http://www.redcimas.org/wordpress/wp-content/uploads/2012/08/m\\_JMarti\\_IAPFASES.pdf](http://www.redcimas.org/wordpress/wp-content/uploads/2012/08/m_JMarti_IAPFASES.pdf)).

<sup>22</sup> ARIAS GOMEZ, Jesús Arias. VILLASIS KEEVER, Miguel Ángel. MIRANDA NOVALES, María Guadalupe. El protocolo de investigación III: La población de estudio. {En línea}. {02 de abril de 2020}. Disponible en: ([https://www.researchgate.net/publication/322345752\\_El\\_protocolo\\_de\\_investigacion\\_III\\_la\\_poblacion\\_de\\_estudio](https://www.researchgate.net/publication/322345752_El_protocolo_de_investigacion_III_la_poblacion_de_estudio)).

## **5. ESTADO DEL ARTE**

### **5.1 OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO HIDRÁULICO DEL ACUEDUCTO VEREDAL DEL ALTO DEL RAMO DE CHIPAQUE CUNDINAMARCA**

Se realiza un diagnóstico al acueducto de la vereda Alto del Ramo para dar solución a los problemas de suministro de agua potable y las carencias que presenta la estructura actual. En el desarrollo del proyecto se establecen una serie de actividades con el fin de evaluar el sistema de captación existente y las características sociales, económicas y demográficas que permiten identificar los criterios de diseño para satisfacer la demanda en la zona.<sup>23</sup>

La investigación aporta un amplio conocimiento en la caracterización de acueductos artesanales, ilustra de forma comprensible los procedimientos a seguir para el diagnóstico y evaluación de los factores que influyen en la captación y suministro de agua. El estudio servirá como fundamento teórico para evaluar los sistemas de agua del Barrio Cagua primer sector y la vereda Panamá.

### **5.2 LOS ACUEDUCTOS Y SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA COMUNITARIO EN EL ÁREA RURAL DE BOGOTÁ Y LA GOBERNANZA DEL AGUA EN LA CIUDAD**

La investigación se divide en cuatro secciones, la primera explica la ascendencia del término gobernanza y la diferenciación que logra en la gestión pública y reflexión académica, la segunda aborda la influencia de la gobernanza en la gestión del agua, la tercera centraliza la gobernanza para la gestión del agua en Bogotá, en donde se eligieron dos acueductos comunitarios situados en la zona rural y la cuarta sección, analiza la gobernanza del agua en las localidades de Usme y ciudad Bolívar.

La investigación aborda temas importantes en cuanto a la disponibilidad de agua en Colombia, ilustra y analiza la zonificación hidrográfica y demanda total hídrica de acuerdo a estudios hechos por entidades del estado. Con la diagnosis se concluye

---

<sup>23</sup> SANDOVAL CHAPARRO, Misael y PARRADO ROZO, German. Optimización del sistema hidráulico del acueducto veredal del alto del ramo de municipio de Chipaque Cundinamarca. Bogotá, 2018, 106p. Trabajo de grado (optar al título de ingeniero civil). Universidad Católica de Colombia. Facultad de ingeniería civil.

que, respecto a las demás ciudades del país Bogotá es una de las metrópolis que presenta un mayor consumo de agua.<sup>24</sup>

La comparación que se efectúa sobre los consumos domésticos en los estratos socioeconómicos es una base teórica sólida para aplicar en el desarrollo de este proyecto, ya que Soacha es un municipio cercano a Bogotá y presenta similitud respecto a condiciones de vida y habitabilidad. Los objetivos específicos y estrategias de la gestión integral del recurso hídrico también son importantes para tener en cuenta, servirán como guía para el diagnóstico de la zona afectada

### **5.3 DISEÑO ACUEDUCTO VEREDA EL RETIRO**

El objeto de la investigación es la deficiencia del acueducto de la vereda el Retiro. La escasez del líquido en temporada de verano y las condiciones topográficas de la zona son los factores de mayor influencia. Para argumentar el diseño se realiza una caracterización previa en cuanto a zonas de reserva natural, medio ambiente físico, cobertura hídrica, datos climatológicos, geología; entre otros.

El documento incluye la diagnosis a las condiciones del sistema de acueducto existente y con base en ello, se concluye que requiere intervención en las redes y planta de tratamiento con el fin de mejorar la prestación del servicio.<sup>25</sup>

La tesis presenta cronológicamente los criterios que se deben analizar para el diseño del sistema de captación y distribución y la evaluación de todos los factores que intervienen en la problemática, lo cual será de gran ayuda para establecer los pasos a seguir en el diagnóstico del barrio Cagua primer sector.

### **5.4 LA INNOVACIÓN DE PURDUE: SISTEMAS RURALES DE AGUA POTABLE**

Los profesores Chad Jafvert y John Howarter de la universidad de Purdue, desarrollaron una tecnología innovadora de filtros purificadores para el tratamiento

---

<sup>24</sup> MONTOYA DOMÍNGUEZ, Estefanía. Los acueductos y sistemas de distribución de agua comunitario en el área rural de Bogotá y la gobernanza del agua en la ciudad. Bogotá, 2006. 233p. Trabajo de grado (magister en medio ambiente y desarrollo). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de ciencias económicas.

<sup>25</sup> JAIME ROA, Pedro. Diseño acueducto vereda el Retiro. Bogotá, 2008, 230p. Trabajo de grado. Universidad de la Salle. Facultad de ingeniería civil.

de agua potable. La idea fue pensada para suplir las necesidades locales de las personas que viven en zonas marginales.

Los primeros filtros de agua fueron diseñados y probados en Purde e implementados por primera vez en Colombia en junio del 2011 en tres escuelas rurales cerca del municipio de Barbosa en Antioquia. Los filtros iniciales requerían de mucho trabajo para ser contruidos y era necesaria la intervención de una persona con conocimiento en el tema, razón por la cual se desarrolló un nuevo diseño que facilitaba su construcción.

La mejora en el diseño de los filtros permitió la entrega de 30 unidades a 15 escuelas primarias y miembros de la comunidad. El proyecto fue expandido a Kenia, Tanzania y China occidental debido al éxito en Colombia.

Con el uso de los filtros se pueden emplear métodos de desinfección a un menor costo, mejoran la calidad del agua y reducen los problemas de turbidez, el olor y el sabor.<sup>26</sup>

Con los resultados obtenidos en Colombia y Kenia se evidencia que los filtros de arena lento son viables y se pueden adaptar para las comunidades del barrio Cagua primer sector y vereda Panamá. Es una muy buena opción para tratar el agua ya que no requiere mayores habilidades para su construcción y es de bajo costo.

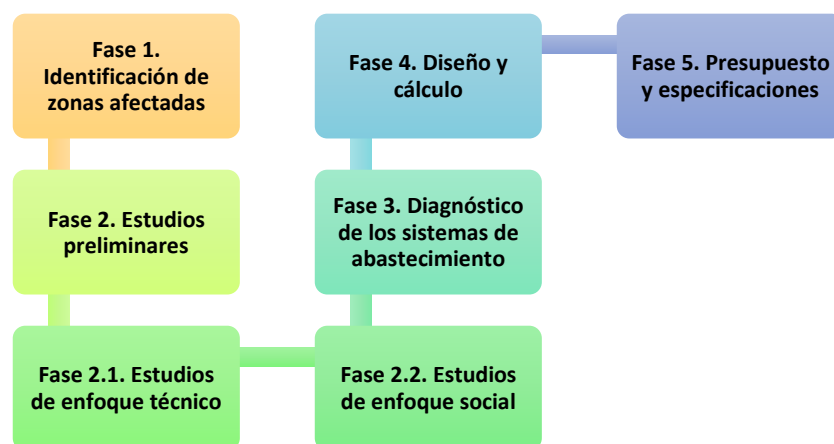
---

<sup>26</sup>PURDE UNIVERSITY. Slow Sand Filters, Rural Portable Water Systems. {En línea}. {10 de abril de 2020}. Disponible en: ([https://engineering.purdue.edu/GEP/ShahLab/Projects/Project\\_List/slow-sand-filters](https://engineering.purdue.edu/GEP/ShahLab/Projects/Project_List/slow-sand-filters)).

## 6. DESARROLLO DE LA METODOLOGIA

La metodología de investigación a emplear en el proyecto es la de acción participativa IAP. Para el desarrollo de las actividades, se establecieron 5 fases de ejecución de acuerdo al alcance del proyecto y los objetivos planteados.

Figura 17 Diagrama de fases



Fuente. Autores

Las fases del proyecto se desarrollan según la formulación de criterios establecidos en la metodología de investigación de acción participativa IAP.



Tabla 5 Aplicación de metodología de Investigación de acción participativa (IAP)


Desarrollo de la Metodología de Investigación de Acción Participativa (IAP)				
Etapa		Fases (IAP)		Objetivos específicos
Etapa de pre investigación		Descripción		Diagrama de Fases
	Planteamiento investigación	¿Para quién y para qué se hace?	Para las comunidades del barrio Cagua primer sector y vereda Panamá. Se realiza para mejorar el sistema de abastecimiento de agua potable.	1. Identificación de las zonas afectadas
		¿Por qué?	Para mitigar los riesgos asociados al consumo de agua no tratada, mejorar la calidad de vida y transmitir conocimiento a las comunidades.	
		¿Cómo?	Investigando las características de la población y evaluando los elementos que componen cada sistema.	
		¿Cuándo?	De enero a noviembre del año 2020.	
	Negociación de la demanda	Socialización del alcance y los objetivos del proyecto con la comunidad.		
Diagnóstico	Recolección de información	Investigación sobre estudios efectuados en la zona y diálogo con los representantes de las comunidades para conocer los antecedentes de la problemática.		Caracterización del componente ambiental en la problemática de abastecimiento de agua.
	Comisión de seguimiento	Conformada por los autores del proyecto y el tutor de trabajo de grado.		
	Constitución del grupo IAP (GIAP)	Conformada por los autores del proyecto, presidente y vicepresidente de la junta de acción comunal del Barrio Cagua Primer Sector; en representación de la Vereda Panamá, el presidente del comité conjunta del barrio Villa Garzón y el Edil del corregimiento 1.		
	Introducción de elementos analizadores	Capacitaciones, difusión de folletos con la presentación del proyecto e información pedagógica para el conocimiento de la comunidad.		Transferencia de conocimiento a la comunidad
	Inicio de trabajo de campo	Programación de visitas para toma de datos relacionados con el estado y funcionamiento de los sistemas de abastecimiento .		Identificación de las condiciones de habitabilidad.
	Entrega y discusión del primer informe	Se realiza de forma verbal con el tutor de trabajo de grado. Se evalúa el avance hasta la fecha y se informan las recomendaciones a seguir.		Evaluación del sistema de abastecimiento de agua en cada sector.
Programación	Trabajo de campo	Encuestas con algunos miembros de la comunidad para indagar sobre la afectación que les genera la problemática.		Análisis socioeconómico y legal de las zonas afectadas.
	Análisis de textos y discursos	Se organiza y procesa la información de acuerdo a cada enfoque (técnico o social).		
	Entrega y discusión del segundo informe	Se realiza de forma verbal con el tutor de trabajo de grado. Se evalúa el procesamiento de la información recopilada hasta el momento y el desarrollo parcial de los objetivos propuestos.		
	Talleres	Reunión con los líderes de cada sector para concertar la materialización de la propuesta de mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua, enfocándose en las necesidades de mayor revelancia en la		
Conclusiones y propuestas	Construcción del programa de acción integral (PAI)	Una vez evaluados los componentes técnicos y sociales, se procede a generar estrategias para mejorar las condiciones actuales en un corto plazo, priorizando las necesidades de mayor importancia para la comunidad.		Diagnóstico de la problemática de abastecimiento de agua y saneamiento básico.
	Entrega de informe final	Corresponde al diagnóstico de los sistemas de abastecimiento y los factores de influencia de la problemática. La información es registrada en un documento escrito que será de conocimiento para todas partes involucradas en el proyecto (Universidad Católica de Colombia y comunidades del barrio Cagua primer sector y vereda Panamá).		
				4. Diseño y cálculo
				5. Presupuesto y especificaciones técnicas

Fuente. Autores

## 6.1 FASE 1. IDENTIFICACIÓN DE ZONAS AFECTADAS

**6.1.1 Encuestas sobre uso del agua.** Se realizó un cuestionario de tipo encuesta de sondeo, con una serie de preguntas, las cuales nos permitieron evidenciar características específicas de la población. Está enfocado en identificar aspectos de gran importancia para la evaluación de condiciones de habitabilidad de la comunidad tales como saneamiento y salubridad, que están asociadas al estado actual del sistema de aprovisionamiento de agua para el consumo humano y a su uso. Se implementó un formato de selección múltiple, para cuantificar de mejor manera los indicadores a determinar y está basado en el libro “HABITABILIDAD DE LA VIVIENDA: UNA PERSPECTIVA DE SALUD”. A continuación, se presenta el formato utilizado.<sup>27</sup>

Figura 18 formato cuestionario N°1



UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA

CUESTIONARIO #1 : El agua como recurso vital para la calidad de vida

Nombre \_\_\_\_\_ Edad \_\_\_\_\_

Sector \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

Marque con una X su respuesta

1. ¿Qué servicios básicos a nivel domiciliario tiene la vivienda?

a. Energía eléctrica:	Si _____ No _____
b. Gas con contador	Si _____ No _____
c. Acueducto:	Si _____ No _____
d. Alcantarillado:	Si _____ No _____
e. Aseo:	Si _____ No _____

2. ¿Qué servicios tienen tarifa formal en la vivienda ?

a. Energía eléctrica:	Si _____ No _____
b. Gas por tubería	Si _____ No _____
c. Acueducto:	Si _____ No _____
d. Alcantarillado:	Si _____ No _____
e. Aseo:	Si _____ No _____

3. ¿Cuál es su fuente predominante de abastecimiento de agua para el consumo? (puede señalar varias opciones ).

a. \_\_\_\_ Acueducto

b. \_\_\_\_ Acueducto comunal o veredal

c. \_\_\_\_ Pozo con bomba o aljibe

d. \_\_\_\_ Laguna o pozo

e. \_\_\_\_ Río quebrada o manantial

f. \_\_\_\_ Carro tanque

g. \_\_\_\_ Agua embotellada

otro: \_\_\_\_\_

¿Cuál(es)? \_\_\_\_\_

4. ¿Con qué regularidad llega el agua a su vivienda ?

a. \_\_\_\_ permanentemente, 24 horas al día

b. \_\_\_\_ Horario establecido( horas, días, semanas )

Especifique \_\_\_\_\_

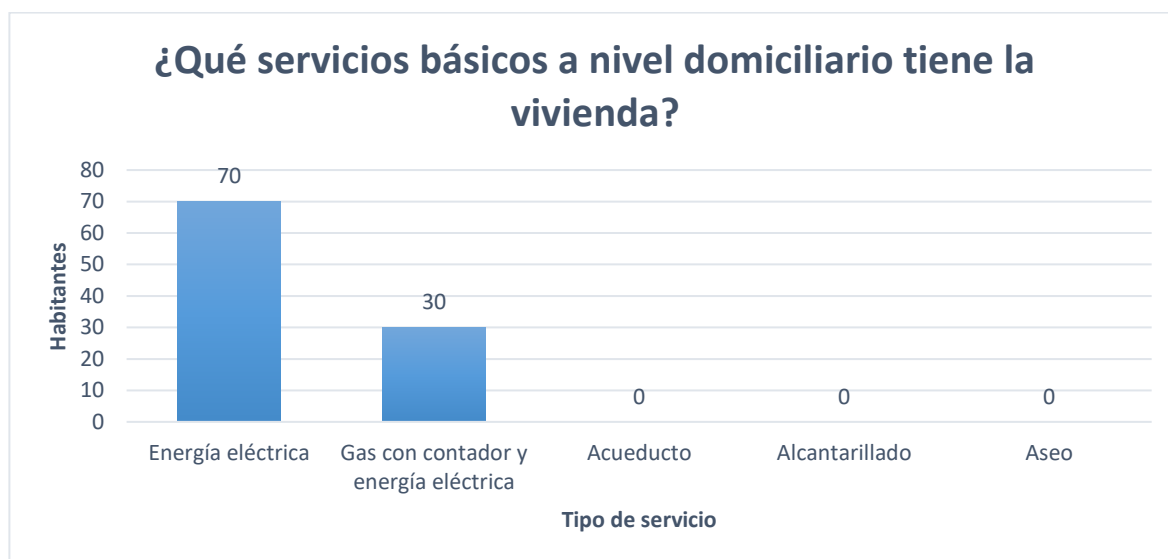
Fuente. Autores

<sup>27</sup> GARCÍA, Juan. GARCÍA, Cesar. TORES, Camilo. Habitabilidad de la vivienda: Una perspectiva de salud. Bogotá. Universidad Nacional de Colombia. 2017.99 p.

Se realizó la encuesta a 150 personas de las cuales 30 son del barrio cagua primer sector, 70 personas fueron aleatorias de barrio Garzón, cerezos y limonar, por ultimo las 50 personas restantes fueron seleccionadas del sector conocido como piedras blancas, ya que es la población que cuenta con condiciones de habitabilidad menos favorables, con respecto a las condiciones de los demás sectores. A continuación, se presentan los resultados de la actividad realizada, se describe cada pregunta con las correspondientes respuestas y se plantean los indicadores por porcentaje.

En la gráfica podemos observar que el 46.7% del total de la población encuestada cuenta únicamente con el servicio de energía eléctrica, cuyo cobro es de tarifa plena. Por otro lado, otro 20% de los habitantes cuentan con el servicio de gas además de la electricidad. Ninguno de los encuestados manifestó contar con los servicios de acueducto y alcantarillado.

Gráfica 1 Indicador pregunta N°1



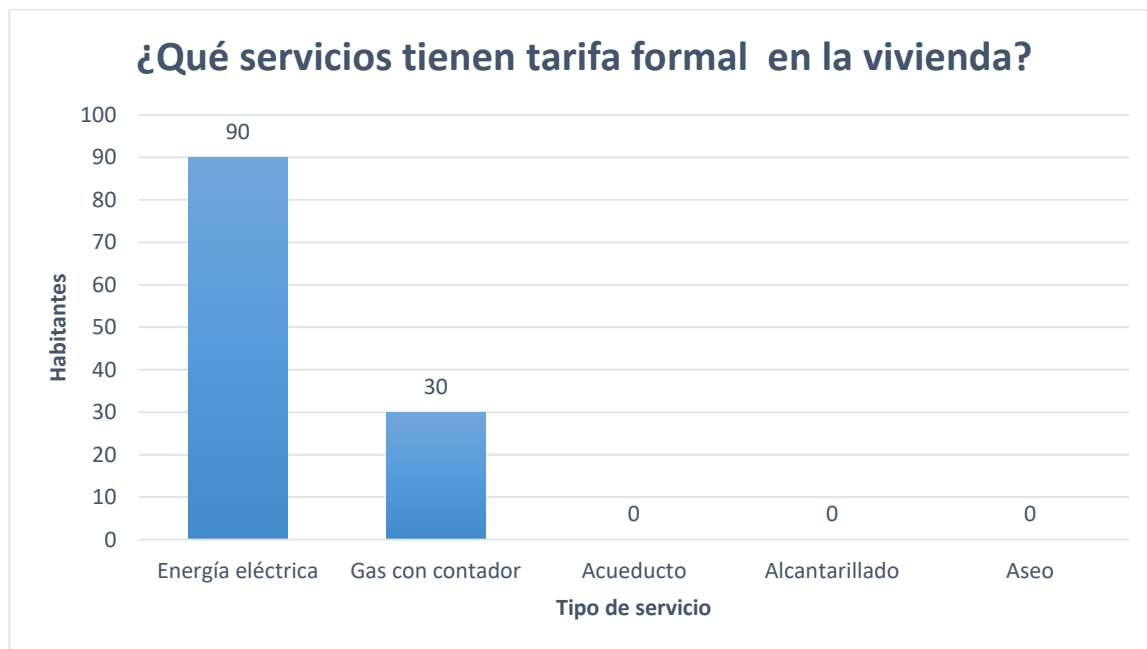
Fuente. Autores

Del total de la población encuestada, el 60% cuenta con servicio de energía eléctrica, y como se mencionó en el punto anterior, este servicio tiene un cobro de tarifa plena según los mismos encuestados. Además de ello el 20% con servicio de gas indican que este tiene contador.

Del total de la población encuestada, el 60% cuenta con servicio de energía eléctrica, y como se mencionó en el punto anterior, este servicio tiene un cobro de

tarifa plena según los mismos encuestados. Además de ello el 20% con servicio de gas indican que este tiene contador.

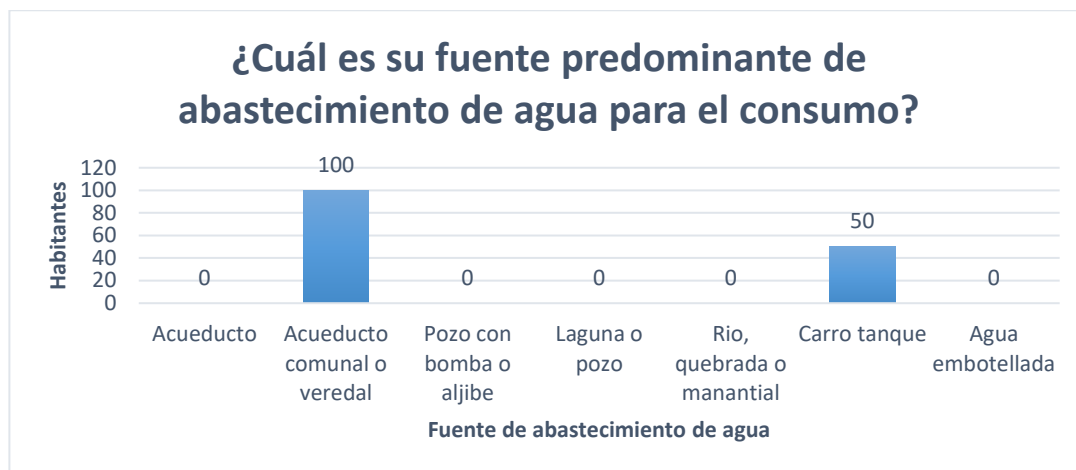
Gráfica 2 Indicador pregunta N°2



Fuente. Autores

Según la gráfica el 66.7% de los habitantes encuestados, tienen como fuente de abastecimiento de agua potable el acueducto comunal o veredal que hay en el sector. El 33.3% restante manifestó abastecerse del líquido a través del servicio prestado por carro tanques.

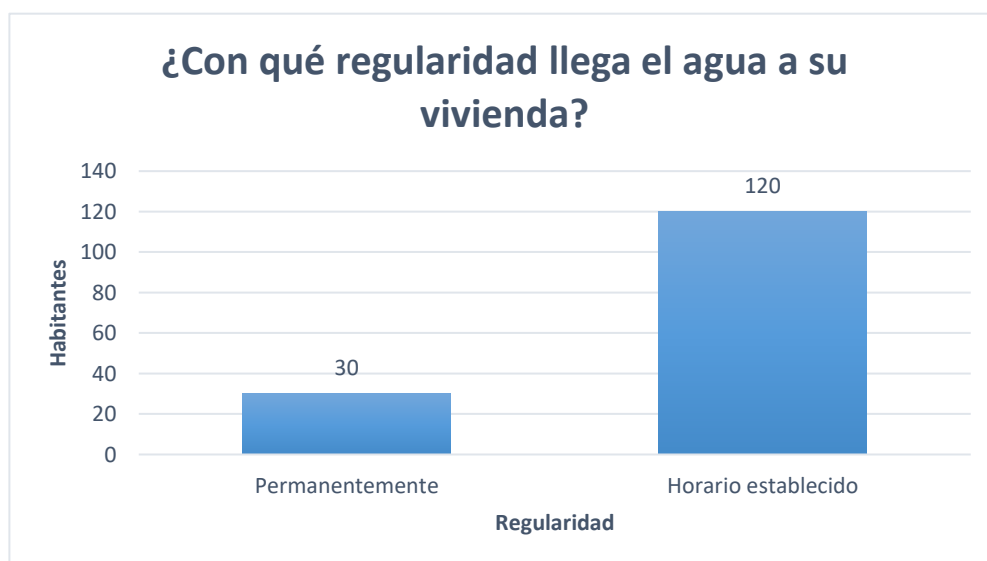
Gráfica 3 Indicador pregunta N°3



Fuente. Autores

Solo el 20% de la población cuenta con un servicio de abastecimiento de agua permanente. El otro 80% de las personas manifiestan que cuentan con un horario establecido que fluctúa según las eventualidades locales.

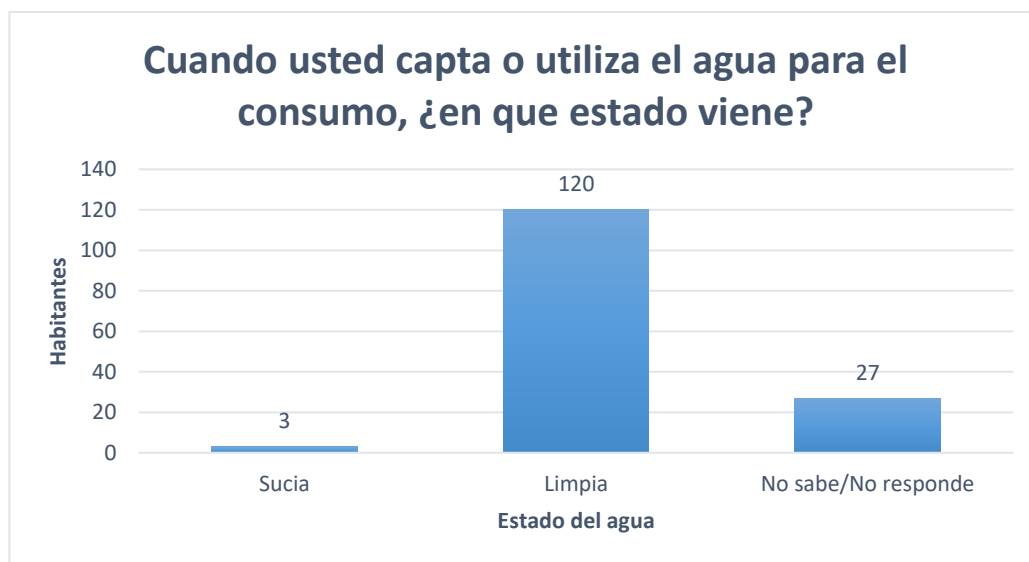
Gráfica 4 Indicador pregunta N°4



Fuente. Autores

El 80% de los encuestados dicen que el agua llega limpia al momento de captarla para el consumo, solo un 2% manifestó que la misma llega con algo de turbiedad. Y el 18% dijo no conocer el estado de la misma o se abstuvieron de responder esta pregunta.

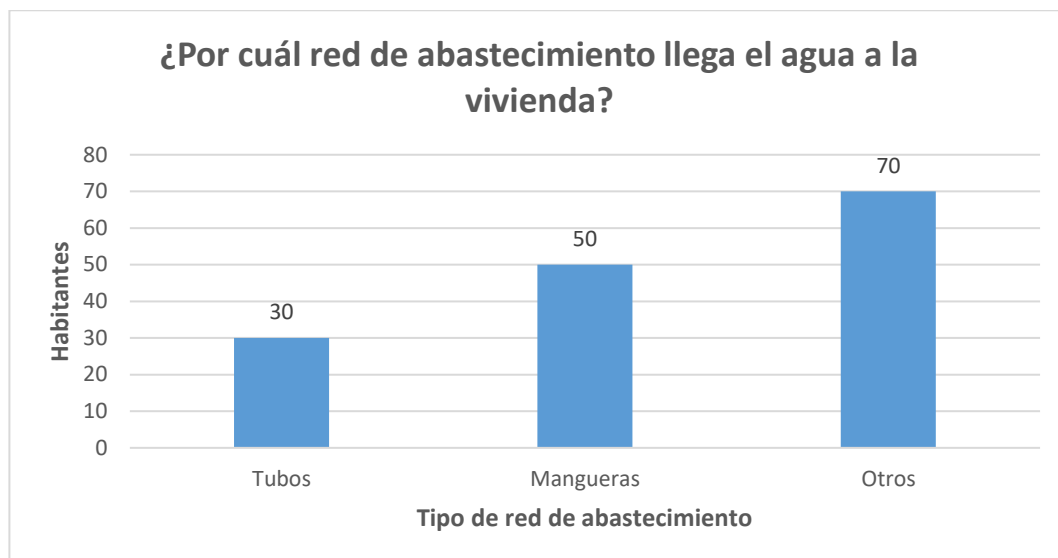
Gráfica 5 Indicador pregunta N°5



Fuente. Autores

Según la encuesta el 20% del agua que consumen las viviendas llega a través de algún tipo de tubería, un 33.3% dice que lo hace a través de mangueras. Por último, el 46.6% restante dijo que su principal red de abastecimiento consiste en tanques (véase la Gráfica 6).

Gráfica 6 Indicador pregunta N°6



Fuente. Autores

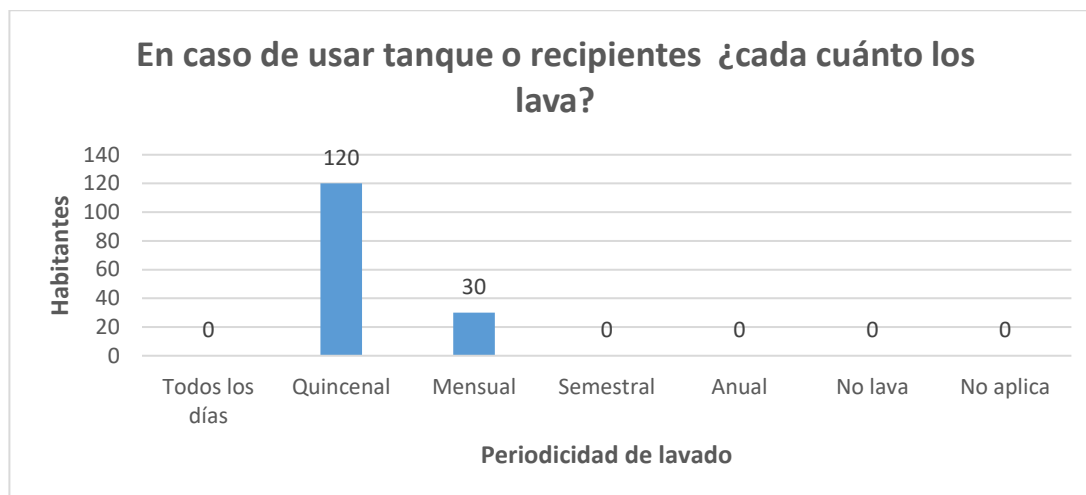
Más de la mitad de los encuestados, un total de 53.3% de ellos dijo almacenar el agua para consumo humano en tanques con tapa, seguidos de un 28% que lo hace en canecas y un 13.3% en galones, para terminar solo un 5.3% manifestó hacerlo en ollas.

Gráfica 7 Indicador pregunta N°7



Fuente. Autores

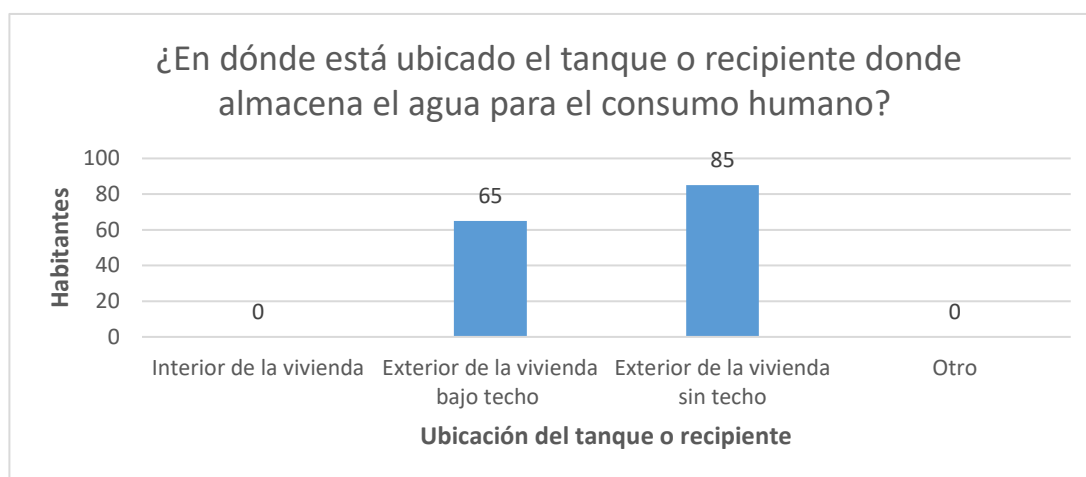
Gráfica 8 Indicador pregunta N°8



Fuente. Autores

Ninguna de las personas encuestadas respondió que guarda el tanque o recipiente en donde almacena al agua para consumo humano al interior de su vivienda. Todas ellas lo hacen al exterior de la vivienda, un 56.7% lo hace en un lugar sin techo para cubrir el recipiente de almacenamiento; un 43.3% dice que si tiene su recipiente o tanque en un lugar bajo techo.

Gráfica 9 Indicador pregunta N°9

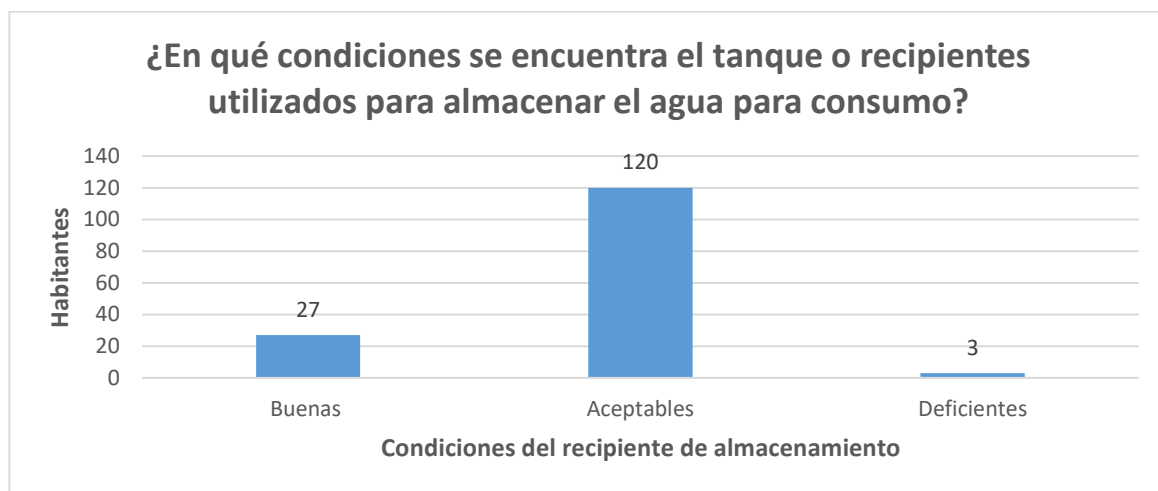


Fuente. Autores



Un 80% de los encuestados respondió, tener sus tanques y recipientes de almacenamiento de agua para el consumo humano, en condiciones de uso "Aceptables" es decir funcional, pero con algunas fallas menores. Tan solo un 18% asegura tener dichos elementos en condiciones óptimas de funcionamiento. Por último, un 3% de los habitantes poseen tanque o recipientes con fallas graves que afectan su correcto funcionamiento y posiblemente disminuyan la calidad del agua almacenada.

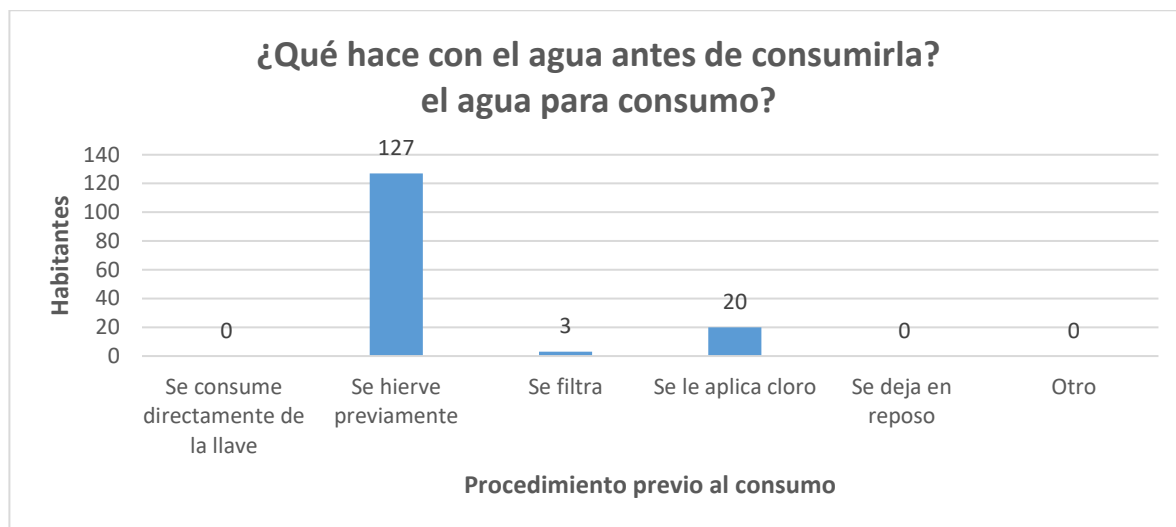
Gráfica 10 Indicador pregunta N°10



Fuente. Autores

Cerca del 85% de la población encuestada, tiene el hábito de hervir el agua previo al consumo. Tan solo un 2% utiliza algún tipo de filtro y el 13.3% tiene como costumbre añadir algo de cloro para purificarla y poder consumirla con tranquilidad.

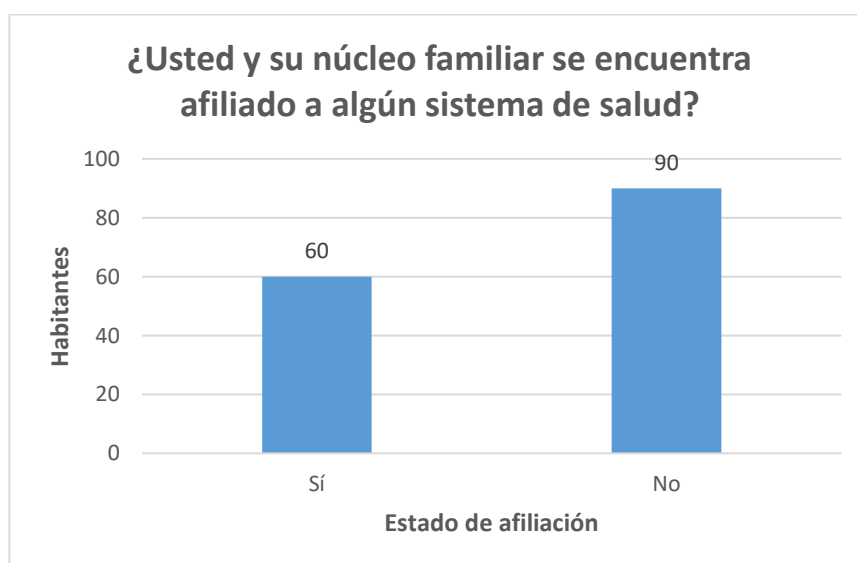
Gráfica 11 Indicador pregunta N°11



Fuente. Autores

Mas de la mitad de la población objeto de estudio, en total un 60%, manifestó no encontrarse afiliada a ningún sistema de salud.

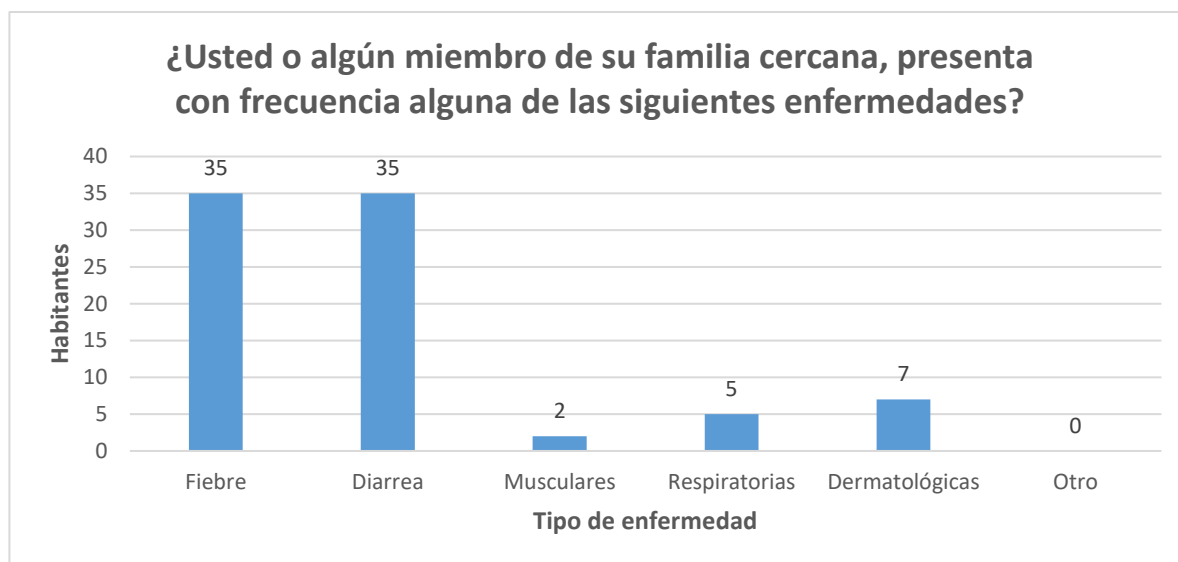
Gráfica 12 Indicador pregunta N°12



Fuente. Autores

Aproximadamente un 47% de las personas encuestadas o alguno de sus familiares, sufren con frecuencia de enfermedades con síntomas como fiebre y diarrea, sintomatología que puede asociarse fácilmente a un consumo de agua no apta para el consumo humano. Un porcentaje poco menor al 5% presenta algún cuadro de afectación dermatológico, estas enfermedades suelen estar relacionadas con la causal mencionada anteriormente. Y existe también un 4.6% que asegura padecer con frecuencia problemas musculares y/o respiratorios. Estos síntomas también pueden estar asociados al consumo de agua contaminada, pero no son datos determinantes.

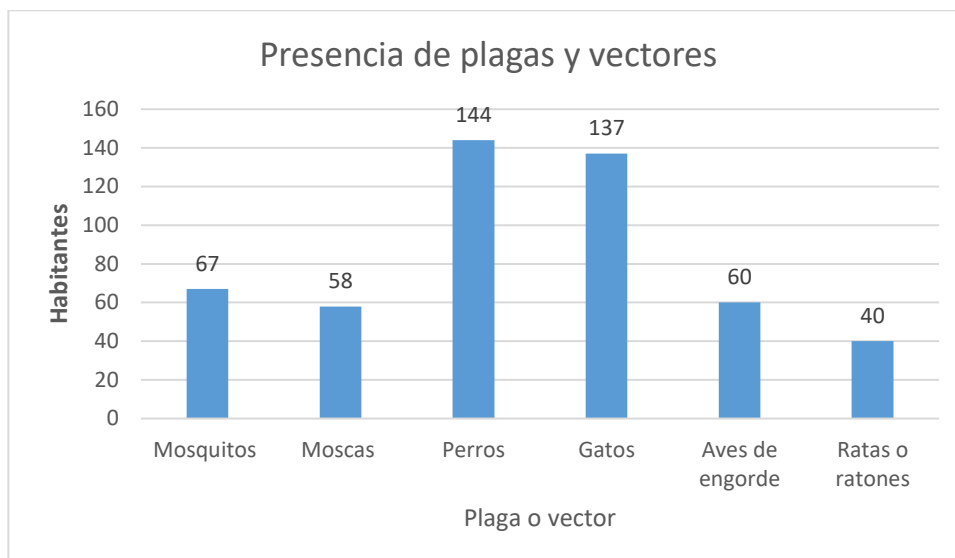
Gráfica 13 Indicador pregunta N°13



Fuente. Autores

En la pregunta con respecto a la presencia de algunas especies animales y de insectos en la zona de estudio, los habitantes tuvieron la opción de seleccionar más de uno, obteniendo los mayores porcentajes de selección los perros y los gatos (por encima del 90%). Seguidos están diferentes tipos de insectos como moscas y mosquitos, por causa posiblemente de la presencia de aguas estancadas y basuras, debido a la falta de alcantarillado y servicios de aseo, con porcentaje promedio de avistamiento de un 40%. Por último, se habla también de la presencia de roedores con un poco menos del 27%, su baja proliferación podría deberse a la alta presencia de perros y gatos.

Gráfica 14 Indicador pregunta N°14



Fuente. Autores

**6.1.2 Recolección de información.** La metodología implementada para la recolección de datos de la vereda y del barrio Cagua primer sector se estructuró en dos etapas. En la primera etapa se realizó una entrevista con los líderes comunales para conocer las condiciones actuales de la zona desde el ámbito legal, las solicitudes radicadas ante los entes gubernamentales tales como legalización de asentamientos humanos, aprovisionamientos de recursos públicos (vereda panamá) optimización de servicios públicos (barrio Cagua primer sector). Esto se realizó con el fin de conocer los resultados obtenidos en estudios previos realizados en la zona e identificar las variables que modifiquen las condiciones del diseño y el alcance del presente proyecto.

Figura 19 Visita con líder comunal barrio piedras blancas



Fuente. Autores

En la segunda etapa se recolecto información referente a las iniciativas de los integrantes de los poblados para el desarrollo en general de la comunidad. En esta fase de la investigación se identificaron las condiciones de las actividades comunales para el mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua, la metodología para conseguir recursos para el desarrollo de sus iniciativas y el aporte de las mismas para el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes del sector. A continuación, se presenta un resumen de las actividades realizadas en cada una de las zonas:

**6.1.2.1 Actividades comunales del barrio Cagua primer sector.** Las actividades más significativas que se realizan en el barrio Cagua para garantizar el funcionamiento de su sistema de abastecimiento de agua, son las que se convocan cada 15 días por parte de los miembros de la junta de acción comunal, donde incentivan a la comunidad a participar en las jornadas de aseo de las estructuras de captación en el nacedero Zaragoza y en los tanques de almacenamiento. También se encuentra estipulada una tarifa mínima de aporte para mantenimiento y operación y que la cual consta de 3000 pesos por persona mensualmente. Este aporte lo realiza en su totalidad los miembros de la zona, ya que son conscientes de la importancia e implicaciones de sostener el sistema de abastecimiento.

Figura 20 Jornada de limpieza en el nacedero



Fuente. Autores

**6.1.2.2 Iniciativas en desarrollo vereda Panamá.** Actualmente en la vereda se adelantan procesos de adecuación de terrenos para la construcción de cuartos contenedores de basuras, para lo cual se están realizando presupuestos y se están planteando alternativas de recolección de recursos por medio de actividades lúdicas comunales.



Figura 21 Área para instalación de cuarto de basuras barrio caserío mirador



Fuente. Autores

Figura 22 Área para adecuación cuartos contenedores de basura barrio piedras blancas



Fuente. Autores

**6.1.3 Condiciones ambientales.** Soacha presenta afectaciones ambientales por la extracción de materiales para la construcción, de las más de 200 zonas se estima que el 70% serían ilegales. En el territorio, 2300 hectáreas corresponden a zonas legales donde el 70% estaría bajo el dominio de siete empresas, las cuales cuentan con la licencia ambiental del Ministerio de Minas y Energía. La explotación de materiales se da principalmente en las veredas Panamá, Fusungá, Alto del Cabra, Alto de la Cruz, San Francisco, San Jorge, Romeral, el Vínculo y la Veredita.

Según el Catastro Minero de la Agencia Nacional de Minería (ANM), de los 52 títulos aprobados para extraer materiales, 11 están vencidos y sólo 12 cuentan con planes de mitigación ambiental.<sup>28</sup>

Figura 23 Canteras con licencia ambiental



Fuente. Diario el Espectador (2014)

Las canteras abandonadas han ocasionado taludes susceptibles a deslizamientos y desprendimientos de roca de gran tamaño. En la Vereda Panamá el mayor porcentaje de asentamientos subnormales se presenta en las laderas de la montaña.

<sup>28</sup> EL ESPECTADOR. “Soacha, una sola cantera”. {En línea}. {27 de noviembre de 2020}. Disponible en: (<https://www.elespectador.com/noticias/bogota/soacha-una-sola-cantera/>).



Figura 24 Asentamientos subnormales en la Vereda Panamá



Fuente. GÓMEZ, Diana. Diagnóstico de impactos ambientales generados por la expansión urbana en el municipio de Soacha Cundinamarca. [En línea].

La gestión de residuos sólidos en la vereda es precaria, no hay una disposición adecuada para el tratamiento de las basuras ni tampoco para las aguas residuales. La reducción de la calidad del aire se da a causa de las quemas a cielo abierto y de la generación de olores producto de la descomposición de los residuos.

El vertimiento de aguas residuales en el suelo mayora el contenido de humedad y produce cambios en la consistencia, como respuesta a ello, se reduce la estabilidad y aumenta el riesgo por remoción en masa.

Figura 25 Disposición de residuos sólidos



Fuente. Autores

#### 6.1.4 Evaluación del estado actual de las estructuras del sistema de aprovisionamiento.

**6.1.4.1 Estructuras de captación.** El sistema de captación se encuentra ubicado en el nacedero Zaragoza el cual consta de ramificaciones hídricas que se desprenden del páramo ubicado en el área rural de la vereda de Fusunga.

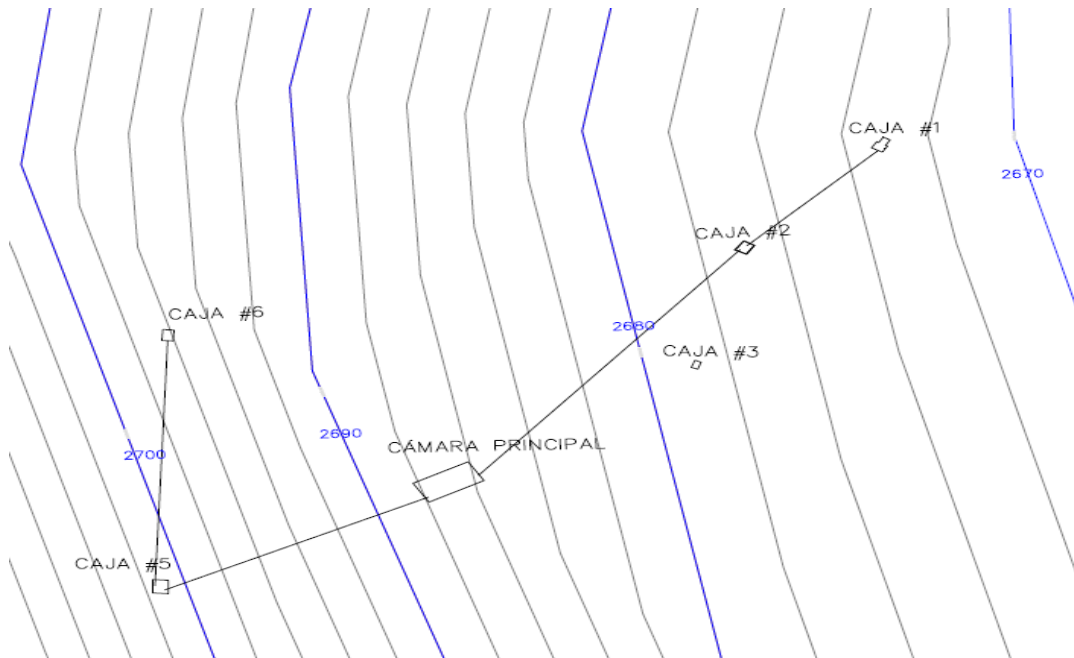
Figura 26 Ubicación obras de captación



Fuente. Google Earth

**6.1.4.2 Sistema de captación barrio Cagua primer sector.** Esta captación cuenta con dos cajas de recolección, una cámara principal de tres compartimientos, una caja auxiliar, una caja de intersección y una caja en función de desarenador secundario, conectada a una válvula reguladora. Estas estructuras se interconectan y transportan el agua captada de la parte inferior de la ladera de la montaña hacia la tubería de conducción que recorre aproximadamente 2 kilómetros hasta llegar a los tanques de almacenamiento del barrio Cagua primer sector. A continuación, se presenta el esquema grafico de cómo se encuentran distribuidas estas estructuras.

Figura 27 Esquema sistema de captación



Fuente. Autores

Los encargados del mantenimiento del sistema de captación tienen enumeradas estas estructuras y a continuación se presenta una evaluación descriptiva de cada uno de los componentes del sistema:

- **Caja de recolección N°6:** Esta caja tiene como función recolectar agua directamente de la ladera de la montaña, la cual recibe dos cauces por medio de un vertedero, tres colillas de tubería de 4" de diámetro, ubicados en dos costados de la caja. Cuenta con un ducto de salida en PVC de 3" de diámetro en el cual se encuentra instalado una pieza de geo-malla para filtrar material particulado, ya que la caja se encuentra a la intemperie en una zona boscosa. Esta caja está construida en mampostería de regular estado, se presenta filtración ya que no cuenta con un óptimo recubrimiento interno de pañete. Las dimensiones de la caja son 1.40x1.00 m y una altura de 0.80 m.



Figura 28 Caja de recolección N°6



Fuente. Autores

- **Caja de recolección N°5:** Esta estructura recibe el agua que proviene de la caja N°6 y adicionalmente capta otro cauce que vierte de una zona rocosa de la montaña y que se origina en la parte alta de la ladera. Sus muros presentan mejores condiciones de recubrimiento interno con pañete, pero no cuenta con tapa de protección, por lo cual actualmente se utilizan poli- mallas para evitar el taponamiento de la salida de la caja. El sistema de salida del agua consta de dos tuberías de 3" de diámetro en polietileno.

Figura 29 Caja de recolección N°5



Fuente. Autores

- **Cámara principal N°4:** Esta estructura es la más amplia de todo el sistema de captación, cuenta con tres compartimientos de los cuales dos permanecen llenos ya que la transición del agua se hace por rebose. En el primer compartimiento se encuentra llegada de las dos tuberías de la caja N°5 y adicionalmente cuenta con un ducto que capta agua que proviene de un cauce artificial en concreto en forma de canaleta.

Figura 30 Compartimientos cámara principal



Fuente. Autores



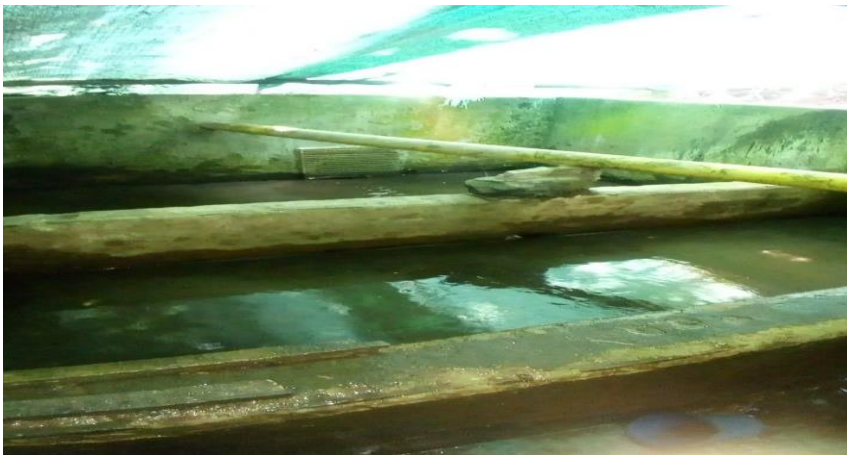
Figura 31 Canaleta de entrada



Fuente. Autores

Esta sección también funciona como aliviadero. los muros divisorios del primer y segundo compartimiento cuentan con un tapón de 6 pulgadas de diámetro, en la parte inferior cada uno, esto con el fin de permitir la descarga o flujo libre del agua para realizar labores de limpieza, mantenimiento y retiro de lodos.

Figura 32 Muros divisorios de la cámara



Fuente. Autores

En el tercer compartimiento se encuentra la salida de la cámara esta tiene una tubería de 12 pulgadas de diámetro y cuenta con una rejilla para evitar el paso de residuos sólidos. En esta última sección de la cámara no se genera una altura de lámina de agua significativa, ya que la batea de la tubería de salida está a nivel de la placa.

Figura 33 Rejilla en salida de cámara



Fuente. Autores

Las condiciones operacionales de la cámara son óptimas, sin embargo, presenta falencias con la cubierta de la estructura. Actualmente se utiliza polisombra para evitar que material particulado, maleza y hojas de los árboles reposen dentro de los compartimientos.

Figura 34 Sistema de cubierta de cámara



Fuente. Autores

- **Caja auxiliar N°3:** Esta caja es la de menor tamaño del sistema y su función es captar el agua que se filtra de la línea de tubería saliente de la cámara principal a la caja N°2, debido a que dicha línea de tubería se encuentra en deterioro (rota en varias secciones). En otras palabras, en esta caja se recupera el agua y se conduce por medio de una tubería de 3 pulgadas de diámetro, hacia la caja N°2.

Figura 35 Caja auxiliar N°3



Fuente. Autores



- **Caja de intersección N°2:** Tiene la funcionalidad de captar la línea de tubería que proviene de la cámara principal y de la caja auxiliar N°3. Esta estructura presenta mayor deterioro, parte de sus muros no se encuentran con recubrimiento en pañete y se evidencian agrietamientos. Esta estructura tampoco cuenta con tapa de cubierta.

Figura 36 Caja de intersección N°2



Fuente. Autores

- **Caja de intersección N°1:** Esta estructura tiene la funcionalidad de un desarenador ya que cuenta con dos secciones, su transición se da mediante rebose por un muro divisorio. La sección donde se encuentra la tubería de llegada es más profunda lo que permite la acumulación de material granular que transporta el agua.

Figura 37 Caja de intersección N°1



Fuente. Autores

por último, en la salida de la caja se encuentra una rejilla que permite el flujo del agua hacia la tubería de 12 pulgadas de diámetro, pero que a su vez evita el paso de sólidos a el ducto principal. Esta es la única estructura que cuenta con tapas de concreto, pero se encuentran en mal estado.

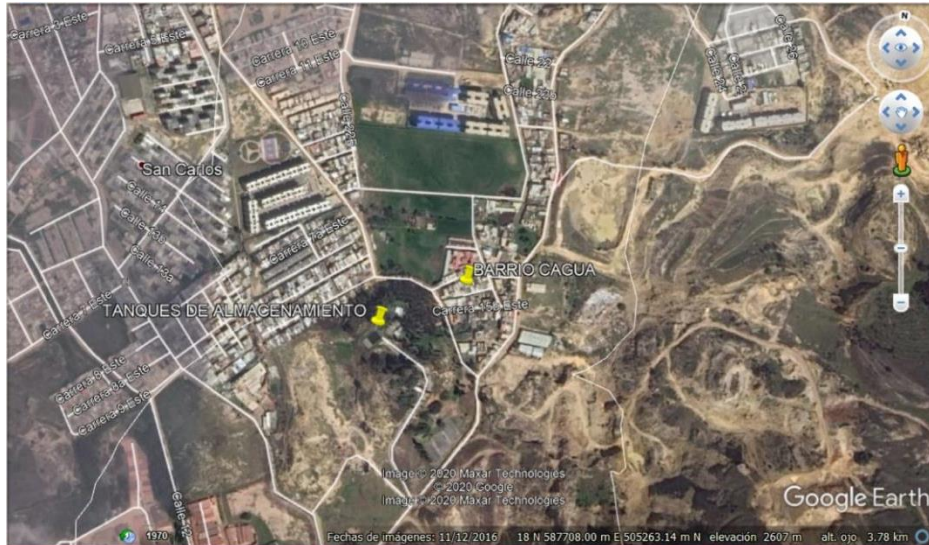
Figura 38 Vista general rejilla de salida caja N°1



Fuente. Autores

**6.1.4.3 Estructuras de almacenamiento barrio Cagua.** Los tanques de almacenamiento se encuentran a 2 km del sistema de captación aproximadamente, están ubicados en un cerro alejado al barrio con diferencial de altura de 20 metros, lo cual permite que el suministro de estos tanques a la red de distribución sea por gravedad.

Figura 39 Figura 28 Ubicación tanques de almacenamiento



Fuente. Google Earth

Este sistema consta de tres tanques, el principal tiene una capacidad de 1.622 m<sup>3</sup>, los otros dos de 810,81 m<sup>3</sup> y 900 m<sup>3</sup> respectivamente. El tanque principal no cuenta con cubierta, lo cual permite la exposición de la superficie a agentes contaminantes, ya que se evidencia presencia de insectos y material particulado.

En general los tres tanques cumplen con la funcionalidad estructural requerida, están contruidos en mampostería reforzada pero no cuentan con recubrimiento con algún producto impermeabilizante y el recubrimiento en cemento (pañete) presenta fisuras, esto permite la infiltración de sustancias del suelo las cuales afectan la calidad del agua almacenada.



**6.1.4.4 Sistema de captación vereda panamá.** El sistema de captación que aprovisiona los barrios de la vereda Panamá consta de una derivación en manguera de 2" de la caja #2 del sistema de captación de barrio Cagua primer sector y una estructura adicional que capta el agua que se desprende de la zona rocosa de la montaña. Esta estructura tiene una longitud de 10.60 m y un ancho de 1.12 m, cuenta con una garganta en el costado derecho donde se encuentra la salida del agua hacia la vereda por medio de una tubería en polietileno de 3".

Figura 40 Sistema de captación vereda Panamá



Fuente. Autores

Esta estructura está construida en mampostería, no presenta agrietamientos, pero se evidencia material orgánico reposado en el fondo de la caja por lo cual se requiere adecuar una rejilla o malla para evitar que el material particulado pueda obstruir el flujo del agua en la tubería.

Figura 41 Sección de salida de la estructura de captación



Fuente. Autores

**6.1.4.5 Sistema de almacenamiento en la vereda.** De las obras de captación de la nacedera zaragoza llegan dos líneas de conducción del recurso hídrico, por medio de dos tuberías de polietileno de 2" y 3" de diámetro, por energía gravitacional llega hasta un tanque ubicado en la parte baja del barrio garzón, de este punto se realiza la impulsión de agua por medio de una electro bomba y por una línea de tubería de tres pulgadas para llegar a la zona media del barrio garzón a un tanque plástico de 2000 L de capacidad.

Figura 42 Tanque de almacenamiento zona baja barrio Garzón



Fuente. Autores

Este tanque presenta óptimas condiciones funcionales y se evidencia labores de mantenimiento. De este punto se realiza otra impulsión por medio de electro bomba para conducir el agua a otra fuente de almacenamiento de mayor capacidad, son cuatro tanques de 2000 L de capacidad cada uno, se encuentran en una zona comunal de mayor altura.

Figura 43 Tanques de almacenamiento zona media barrio Garzón



Fuente. Autores

Por último, de esta estación se genera la última impulsión del sistema por medio de electro bomba hasta cinco tanques que suman 10000 L de capacidad y que al encontrarse en la zona alta de la ladera del cerro aledaño a la vereda, permite que el suministro sea totalmente por energía gravitacional. Se distribuye por una red principal de 2" de diámetro localizada por lineamientos interconectados que abastecen actualmente al barrio garzón, cerezos y limonar.

Figura 44 Tanque de distribución zona alta barrio Garzón



Fuente. Autores

### 6.1.5 Investigación sobre al manejo que realiza la comunidad para distribuir el agua.

#### 6.1.5.1 Aducción

- **Barrio Cagua:** La distribución de agua en el barrio Cagua primer sector se realiza por medio de tuberías cuyos diámetros varían entre 3" y 6", los materiales que predominan son pvc y gres.



Figura 45 Tubería en gres de 6"



Fuente. Autores.

En el sistema del barrio Cagua primer sector la tubería que requiere intervención es la de gres, el vicepresidente de la junta de acción comunal manifiesta que se están presentando pérdidas considerables por el deterioro de la misma, la comunidad optó por construir una caja auxiliar para recuperar el agua que se estaba filtrando y de paso captar la esorrentía. Se realizó de esta forma porque el cambio de la tubería implicaba más tiempo de trabajo y resultaba ser más costoso.

En la vereda Panamá el sistema cuenta con una tubería en polipropileno para la captación y otra en PVC para conectar el tramo entre el nacedero y los tanques de almacenamiento, ambas son de 3". En la aducción de este sistema se emplean dos electrobombas de 2 hp para garantizar el llenado de los primeros tanques en el barrio Villa Garzón.



Figura 46 Electrobombas



Fuente. Autores.

**6.1.5.2 Conducción.** En el barrio Cagua primer sector la red de distribución domiciliaria está compuesta por tuberías PVC presión de 2", las cuales se derivan de una tubería principal en hierro galvanizado de 4" ubicada a la salida de los tanques de almacenamiento. Todo el sistema funciona por gravedad.

Se tienen disponibles dos válvulas reguladoras de presión ubicadas en los tanques y cuenta con válvulas de cierre para regular el flujo de agua. En la red domiciliaria no hay dispositivos para verificar los cambios de presión ocasionados por fallas en las tuberías.

Las viviendas se conectan a la red mediante mangueras de ½" o tuberías PVC presión del mismo diámetro.

En la vereda Panamá la distribución funciona por bombeo, en los tramos de los tanques de almacenamiento están conectadas dos electrobombas de 2 hp que impulsan el agua desde los dos tanques iniciales hasta los cinco ubicados en la parte más alta del barrio, desde este último lugar se distribuye el agua por gravedad.

Figura 47 Electrobombas tanques de almacenamiento



Fuente. Autores

La red de distribución domiciliar se conforma por tuberías PVC presión de 1" y 2" desde los tanques de almacenamiento, la red cuenta con válvulas de cierre en los

Figura 48 Tubería de red domiciliar



Fuente. Representante comunitario barrio Villa Garzón

El empalme desde la red a los tanques de cada vivienda se realiza con mangueras de ½" o tuberías PVC presión del mismo diámetro.

Figura 49 Tanques de almacenamiento en las viviendas



Fuente. Autores

**6.1.6 Establecer las limitaciones presentes en la zona que afecten el desarrollo cronológico del proyecto.** A continuación, se relacionan las limitaciones que afectaron el desarrollo del proyecto y las soluciones que se plantearon para mitigarlas.

Tabla 6 Limitaciones y soluciones

<b>Limitación</b>	<b>Descripción</b>	<b>Solución</b>
Agendamiento de visitas a campo	Debido a la disponibilidad de tiempo de los representantes de la comunidad, no fue posible el agendamiento oportuno de algunas visitas a campo para recopilar información.	Solicitar a los representantes de la comunidad el envío de la documentación que tienen disponible, ya sea a través de correo electrónico o vía WhatsApp. Esto con el fin agilizar los procesos de la investigación.
Análisis de muestras de agua	Por causa del aislamiento nacional para mitigar los contagios del COVID-19, no se pudieron ejecutar los ensayos de laboratorio para determinar las características físicas y microbiológicas del agua.	Proponer el uso de un filtro potabilizador para mejorar la calidad del agua.
Transferencia de conocimiento a la comunidad	Dificultad para capacitar presencialmente a la comunidad sobre los procesos constructivos del sistema de abastecimiento. El impedimento obedece a restricciones de movilidad decretadas por el gobierno Nacional y la alcaldía de Bogotá por ocasión del COVID-19	Elaborar un manual sobre los procesos constructivos que hacen parte de la propuesta de mejoramiento. El documento se envía por correo electrónico o WhatsApp y se socializa con los representantes de la comunidad telefónicamente.

Fuente. Autores

## 6.2 FASE 2. ESTUDIOS PRELIMINARES

### 6.2.1 Fase 2.1. estudios técnicos

**6.2.1.1 Estudios previos realizados en la zona.** Según el informe sectorial de infraestructura de la gobernación de Cundinamarca con fecha del 31 de octubre del 2019, se menciona que en el Barrio Cagua primer sector se encuentra en estado de evaluación el proyecto para la construcción de redes de alcantarillado pluvial y sanitario, sin embargo, no se posee más información al respecto.<sup>29</sup>

Al indagar sobre los estudios realizados en la vereda Panamá, uno de los líderes sociales manifiesta que sólo se ha realizado un estudio técnico y fue para la disposición de aguas residuales, puesto que la zona no cuenta con servicio de acueducto ni alcantarillado.

El estudio figura bajo el título “Propuesta de diseño de un sistema de drenaje de aguas residuales para la vereda Panamá en el municipio de Soacha”, de las autoras Laura Katherine Gamba Pinzón y Jeidy Paola Leguizamón Arias. Es un trabajo de grado para optar al título de ingeniero civil en la Universidad Católica de Colombia.<sup>30</sup>

El trabajo mencionado anteriormente contiene información relevante sobre las características de la población y la zona, razón por la que es empleado como fundamento teórico en este proyecto.

**6.2.1.2 Población actual.** La población en el Barrio Cagua primer sector en el año 2019 fue de 1200 habitantes, la información fue suministrada por la representante de la comunidad de acuerdo al censo que ella realizó.

En la vereda Panamá la población se estimó en 2881 habitantes para el año 2019 y se distribuyen de la siguiente manera.

---

<sup>29</sup> GOBERNACIÓN DE CUNDINAMARCA. Proceso de empalme informe sectorial de infraestructura. {En línea}. {15 de enero de 2020}. Disponible en: (<https://epc.com.co/docs/empalme%202019/gerencia/INFORME%20SECTORIAL.pdf>).

<sup>30</sup> GAMBA PINZON, Laura Katherine. LEGUIZAMON ARIAS, Jeidy Paola. Propuesta de diseño de un sistema de drenaje de aguas residuales para la vereda Panamá en el municipio de Soacha. Bogotá, 2019, 68p. Trabajo de grado (optar al título de ingeniero civil). Universidad Católica de Colombia. Facultad de ingeniería civil.



Tabla 7 Censo vereda Panamá

Barrio	Habitantes
Manzano	480
Cerezo	806
Villa Garzón	175
Limonar	650
Caserío el Mirador	450
Piedras blancas	320
<b>Población total</b>	<b>2881</b>

Fuente. Autores

La información corresponde a los censos efectuados por los líderes de cada barrio.

- **Nivel de complejidad:** El barrio Cagua primer sector tiene una población inferior a 2500 habitantes, en donde la capacidad económica de los usuarios es baja y los hogares están dentro los estratos 1 y 2. Por lo cual se define que pertenecen al nivel de complejidad bajo. Para el caso de la vereda Panamá, se tiene una población mayor a 2500 habitantes con una capacidad económica menor que la del barrio Cagua, las condiciones de habitabilidad son más precarias y por ende la población es más vulnerable, el estrato socioeconómico predominante es el 1. El nivel de complejidad en este caso es el medio.
- **Estimación de población pasada:** Para estimar la población de los años anteriores al 2019, se estableció porcentualmente los incrementos de acuerdo a los censos realizados por el DANE para el municipio de Soacha.

Tabla 8 Censos municipio de Soacha

Año	Población Censada en Municipio de Soacha (hab)	% Aumento	Años entre periodo	% Aumento anual
1985	114489			
1993	230335	101%	8.000	0.126
2005	398295	73%	12.000	0.061
2018	645205	62%	13.000	0.048

Fuente. Autores

Con base en el último censo del barrio Cagua primer sector y la vereda Panamá se determinó la población anterior aplicando los porcentajes correspondientes según los censos registrados en el DANE.

Tabla 9 Población resultante

<b>POBLACIÓN DE CENSOS</b>		
<b>Año</b>	<b>Cagua primer sector (hab)</b>	<b>Vereda Panamá (hab)</b>
1985	203.24	487.95
1993	408.90	981.69
2005	707.06	1697.54
2018	1145.38	2749.87
2019	1200.00	2881.00

Fuente. Autores

- **Resumen proyección poblacional:** Para la proyección de población se emplearon los métodos aritmético, geométrico, exponencial y Wappus.

Tabla 10 Métodos de proyección vereda Panamá

<b>Año</b>	<b>Proyección de población (hab)</b>			
	<b>M. Aritmético</b>	<b>M. Geométrico</b>	<b>M. Exponencial</b>	<b>M. Wappus</b>
2020	2971	3012	3551	3047
2025	3420	3765	4715	4237
2030	3869	4709	6261	7715
2035	4317	5894	8314	5207
2040	4766	7383	11039	8277
2045	5215	9256	14658	35185

Fuente. Autores

Tabla 11 Métodos de proyección barrio Cagua primer sector

Año	Proyección de población (hab)			
	M. Aritmético	M. Geométrico	M. Exponencial	M. Wappus
2020	1237	1255	1354	1269
2025	1424	1568	1775	1765
2030	1611	1961	2327	3214
2035	1798	2455	3051	2169
2040	1985	3075	4000	3448
2045	2172	3855	5245	14655

Fuente. Autores

Posterior a realizar las proyecciones de población se decide optar por el método aritmético, ya que es comúnmente utilizado para niveles de complejidad bajo y medio.

Tabla 12 Método aritmético – barrio Cagua primer sector

Año	Población de censos (hab)	Ka	Proyección futura (hab)					
			2020	2025	2030	2035	2040	2045
1985	203	29.32	1229	1376	1522	1669	1816	1962
1993	409	30.43	1230	1383	1535	1687	1839	1991
2005	707	35.21	1235	1411	1587	1763	1939	2115
2018	1145	54.62	1255	1528	1801	2074	2347	2620
2019	1200							
PROMEDIO			1237	1424	1611	1798	1985	2172

Fuente. Autores

Tabla 13 Método aritmético - vereda Panamá

Año	Población de censos (hab)	Ka	Proyección futura (hab)					
			2020	2025	2030	2035	2040	2045
1985	488	70.38	2951	3303	3655	4007	4359	4711
1993	982	73.05	2954	3319	3685	4050	4415	4780
2005	1698	84.53	2966	3388	3811	4234	4656	5079
2018	2750	131.13	3012	3668	4323	4979	5635	6290
2019	2881							
PROMEDIO			2971	3420	3869	4317	4766	5215

Fuente. Autores



- **Dotación neta máxima:** La altitud en la que encuentra el municipio de Soacha es de 2.465 m.s.n.m., de tal forma que se asigna una dotación neta máxima de 120 L/hab\*día.<sup>31</sup>
- **Porcentaje de pérdidas:** Para el cálculo de la dotación bruta se fijó un porcentaje de pérdidas máximo del 25% según lo establece la resolución 0330 de 2017.
- **Población servida:** Para el barrio Cagua primer y la vereda Panamá la población corresponde a 2.172 y 5.215 habitantes respectivamente.

A continuación, se relacionan los valores obtenidos para los caudales medio diario, máximo diario y máximo horario.

Tabla 14 Cálculo de caudales

	<b>Cagua primer sector</b>	<b>Vereda Panamá</b>
<b>Variable</b>	<b>Valores</b>	
Dotación neta	120 L/hab*día	120 L/hab*día
Pérdidas	25%	25%
Dotación bruta	160 L/hab*día	160 L/hab*día
Población servida	2172 hab	5215 hab
Demanda media total de agua (Qmd)	4.023 L/s	9.658 L/s
Coeficiente de consumo diario (k1)	1.30	1.30
<b>Demanda máxima diaria (QMD)</b>	<b>5.229 L/s</b>	<b>12.555 L/s</b>
Coeficiente de consumo máximo horario (k2)	1.30	1.30
<b>Demanda máxima horaria (QMH)</b>	<b>6.798 L/s</b>	<b>16.321 L/s</b>

Fuente. Autores

<sup>31</sup> MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Resolución 0330 del RAS. op. cit, p.32.

**6.2.1.3 Ubicación georreferenciada del sistema de abastecimiento.** La georreferenciación del proyecto se llevó a cabo por medio de antenas receptoras GPS (Global Positioning System), Trimble de doble frecuencia (L1 + L2), se procedió al rastreo continuo de puntos ubicados en campo, se realizó un posicionamiento en modo estático-Diferencial con Post-proceso que es el más recomendable ya que minimiza los errores sistemáticos asociados a los relojes de los satélites y las efemérides, con amarre de doble determinación a la estación Magna-Eco BOGA (propiedad del IGAC) y ABCC (propiedad del ACUEDUCTO), el tiempo de rastreo estuvo en función a la distancia del vector base-rover más largo.

$$t=65'+(3'\times(d-10))$$

Siendo: t= tiempo de rastreo

d= distancia en kilómetros

Figura 50 Posicionamiento nacedero Zaragoza



Fuente. Autores

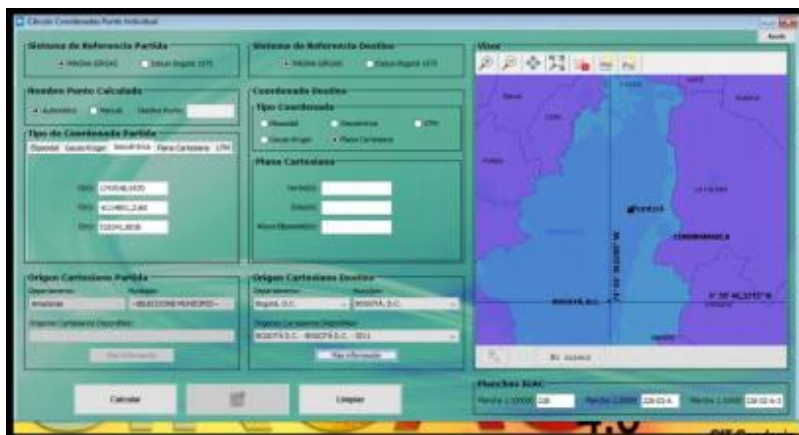
Figura 51 RED MAGNA-ECO, del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

96	BOAV	41636M001	3117452.16727	-5555487.88301	314480.98850	A
97	BOGA	41901M002	1744517.15310	-6116051.00886	512581.13415	A
100	BOGT	41901M001	1744398.87769	-6116037.02041	512731.90999	A

Fuente. IGAC

Las coordenadas suministradas del geo portal de SIRGAS, son de tipo geocéntricas, las cuales, mediante software de libre uso, Magna Sirgas 4 Pro, son convertidas a coordenadas Elipsoidales.

Figura 52 Conversión de coordenadas geocéntricas a elipsoidales



Fuente. Magnas sirgas 4 pro

Figura 53 Coordenadas finales puntos en nacedero

COORDENADAS PLANAS CARTESIANAS			
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
GPS-1	94814,923	85471,469	2668,120
GPS-2	94930,671	94930,671	2666,023
COORDENADAS ELIPSOIDALES			
PUNTO	LATITUD	LONGITUD	ELEVACION
GPS-1	4° 32' 57.698"	-74° 12' 30.311"	2668,120
GPS-2	4° 33' 01.470"	-74° 07' 23.569"	2666,023

Fuente. Autores

## 6.2.2 Fase 2.2. estudios enfoque social

### 6.2.2.1 Socialización del proyecto

- **Barrio Cagua primer sector:** Se convocó una reunión para dar a conocer a la comunidad los objetivos y alcance del proyecto, se informaron los enfoques de la propuesta, los beneficios y las actividades que se pretenden realizar para mejorar las condiciones de habitabilidad en la zona. A continuación, se presenta una breve descripción de los temas que se trataron en esta primera intervención:
- **Enfoque social:** en este primer tema se dio a conocer la metodología de investigación a usar con la comunidad para identificar las principales afectaciones que se presentan a raíz de las fallencias en el sistema de abastecimiento de agua existente, el cómo incide de manera negativa al desarrollo sostenible de los habitantes del barrio, las alternativas de solución desde el área social, tal como la participación activa de la ciudadanía, los métodos de autoaprendizaje, capacitaciones y material instructivo para el mejoramiento de condiciones de habitabilidad.
- **Enfoque técnico:** en este tema se evidencio la finalidad principal del proyecto desde la perspectiva técnica, la cual es generar un diagnostico evaluando las condiciones iniciales de los componentes estructurales que hacen parte del sistema de abastecimiento del recurso hídrico existente, sus posibles fallencias y por último presentar una alternativa de mejoramiento de este sistema que supla eficientemente la necesidad de la comunidad, cumpliendo de manera parcial con los requerimientos mínimos explícitos en la norma, pero que a su vez se acomode a los recursos destinados para tal fin.

Dentro de la metodología implementada para el desarrollo del proyecto se diligencio un formato de bitácora donde se describió los temas tratados en la reunión, se realizó un registro de asistencia y datos adicionales de los participantes de la comunidad, tales como números telefónicos y correos electrónicos, esto con el fin de adjuntar información detallada de la propuesta planteada (véase el Anexo A).

En cada una de las reuniones de socialización, se hizo entrega de la presentación del proyecto por medio de un documento impreso. (véase el Anexo C)

Figura 54 Socialización salón comunal barrio Cagua primer sector



Fuente. Autores

- **Vereda panamá:** Teniendo en cuenta las limitaciones referentes a la disponibilidad de tiempo de la comunidad y dificultades de unificar las actividades de las juntas de acción comunal de cada uno de los barrios, se procedió a realizar la socialización del proyecto de manera verbal con los representantes de los barrios mirador, piedras blancas y barrio garzón inicialmente. En dicha actividad se realizó entrega de folletos informativos donde se encuentra descrito la finalidad del proyecto, los enfoques y actividades a realizar con cada uno de los barrios.

A diferencia del barrio Cagua se hizo énfasis en la participación masiva de los miembros de la comunidad ya que la cantidad de habitantes es mucho mayor, teniendo en cuenta que sus condiciones de vida son menos favorables al situarse en una zona de alto riesgo (véase anexo B).



Se concertó con los representantes de la vereda adicionar algunos requerimientos, con el fin de complementar la labor social iniciada en la zona. El requerimiento principal fue la asesoría técnica en proyectos de desarrollo comunal que se encuentran en procesos preliminares y de ejecución. Uno de los proyectos que se encuentra en fase preliminar es la implementación de cuartos contenedores de basura; en proceso de ejecución se encuentra la línea de colector principal del sistema de alcantarillado sanitario.

- **Implementación de folletos:** Se estructuraron tres folletos para entrega en cada una de las viviendas en la vereda y en el barrio Cagua primer sector, donde se plantearon dos temas de gran importancia para la optimización de las condiciones de vida de la comunidad. A continuación, se presentan las temáticas implementadas en cada folleto (véase la Figura 55).

-

Figura 55. Entrega de folletos a miembros de la comunidad



Fuente. Autores


- **Aprovechamiento del agua en los hogares:** En este folleto se presentó una metodología útil de como optimizar el recurso hídrico generalizada en 10 pasos, en los cuales se describen hábitos a implementar en los hogares como el reciclaje del agua de lavadoras para el aseo general, la recolección de agua de lluvia para la descarga de inodoros, entre otros.

En este folleto se presentó una metodología útil de como optimizar el recurso hídrico generalizada en 10 pasos, en los cuales se describen hábitos a implementar en los hogares como el reciclaje del agua de lavadoras para el aseo general, la recolección de agua de lluvia para la descarga de inodoros, entre otros (véase el Anexo D).

- **Enfermedades asociadas al consumo de agua no tratada:** Tiene como finalidad presentar las principales patologías asociadas al consumo de agua no potabilizada, los síntomas que se pueden presentar y tratamiento para cada una de estas enfermedades. También implementan algunas pautas para identificar características físicas que indiquen que el agua a consumir pueda estar contaminada y a su vez se describen medidas para eliminar agentes contaminantes del agua en los hogares (véase el Anexo E).
- **Gestión de residuos sólidos:** Este folleto se presentó como complemento de asesoría técnica requerida por la comunidad para la construcción de cuartos de basura distribuidos en cada uno de los barrios. En este se describe la clasificación de los residuos, como se deben separar y recolectar, esto con el fin de mitigar el impacto ambiental de mayor incidencia en la vereda (véase el Anexo F).

**6.2.2.2 Características de la población.** Para conocer las principales características de la población fue necesario realizar un segundo cuestionario, en el cual se plantearon preguntas para identificar condiciones económicas de los habitantes y condiciones sociales relacionadas a las iniciativas de participación comunal. Esta encuesta nos permite conocer los limitantes de la comunidad para su desarrollo y plantear las opciones de solución a mediano y a largo plazo de dicha problemática. A continuación, se presenta el formato de encuesta, el cual es de tipo sondeo (véase el Anexo I).

Figura 56 Formato cuestionario N°2



UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA

**CUESTIONARIO #2: Desarrollo socioeconómico como herramienta para mejorar la calidad de vida**

Nombre \_\_\_\_\_ Edad \_\_\_\_\_  
 Sector \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

Marque con una X su respuesta

1. ¿En su vivienda se realiza algún tipo de trabajo o negocio que genere ingresos económicos ?

a. ☐ Sí  
 b. ☐ No

2. ¿Qué tipo de negocio ofrece su vivienda ?

a. ☐ Servicios  
 b. ☐ Manufactura  
 c. ☐ Alimentos  
 d. ☐ No aplica  
 e. ☐ otro: \_\_\_\_\_  
 ¿Cuál(es)? \_\_\_\_\_

3. ¿Cuáles son sus ingresos mensuales ?

a. ☐ Menos del 12% de un salario mínimo legal vigente  
 b. ☐ Entre el 12% y 25% de un salario mínimo legal vigente  
 c. ☐ Entre el 25% y el 50% de un salario mínimo legal vigente  
 d. ☐ Entre el 50% Y 80% de un salario mínimo legal vigente  
 e. ☐ Un salario mínimo legal vigente  
 f. ☐ Más de un salario mínimo legal vigente

4. Mensualmente ¿Cuántos son sus gastos?

a. ☐ Menos del 25% de un salario mínimo legal vigente  
 b. ☐ Entre el 25% y el 50% de un salario mínimo legal vigente  
 c. ☐ Entre el 50% Y 80% de un salario mínimo legal vigente  
 d. ☐ Más del 80% de un salario mínimo legal vigente

5. ¿Qué tipo de organización comunitaria existe en su barrio? ( marcar las opciones que conozca ).

a. ☐ Madres comunitarias  
 b. ☐ Clubes juveniles  
 c. ☐ Grupos afrodescendientes  
 d. ☐ Junta de acción comunal  
 e. ☐ Grupos de adultos mayores  
 f. ☐ No conoce ninguna  
 g. ☐ otro: \_\_\_\_\_  
 ¿Cuál(es)? \_\_\_\_\_

6. ¿Le gustaría formar parte de una organización para trabajar en pro de la mejora de su sector?

a. ☐ Sí  
 b. ☐ No  
 c. ☐ No sabe/ no responde

7. ¿Considera que las organizaciones comunitarias son importantes y necesarias para mejorar la zona donde usted vive?

a. ☐ Sí  
 b. ☐ No  
 c. ☐ No sabe/ no responde

Fuente. Autores

Como resultado de esta actividad se generaron indicadores gráficos que miden de acuerdo a la pregunta, el porcentaje de personas para la clasificación de la respuesta. En esta dinámica se hicieron partícipes 150 personas escogidas aleatoriamente de barrio Cagua primer sector y de los 5 barrios de la vereda Panamá. el cuestionario se desarrolló con base en el libro “HABITABILIDAD DE LA VIVIENDA: UNA PERSPECTIVA DE SALUD”<sup>32</sup>. A continuación, se presentan las preguntas con sus respectivos resultados.

<sup>32</sup> GARCÍA, Juan. GARCÍA, Cesar. TORES, Camilo. op. cit. p83.



Gráfica 15 Indicador pregunta N°1

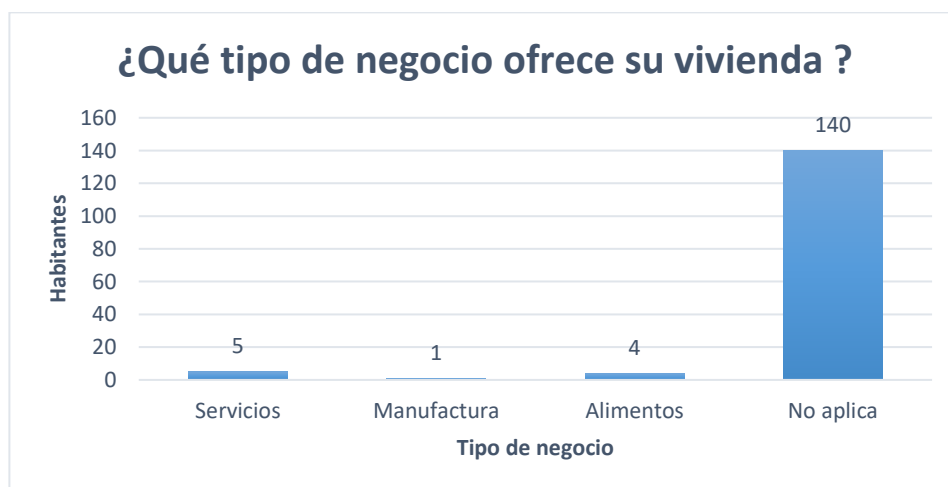


Fuente. Autores

Más del 90% de la población encuestada manifestó no tener ningún tipo de actividad económica en su vivienda.

De las 10 viviendas que manifestaron tener algún tipo de negocio, 5 dicen prestar algún tipo de servicio, 4 fabrican o procesan alimentos y una se dedica a la manufactura.

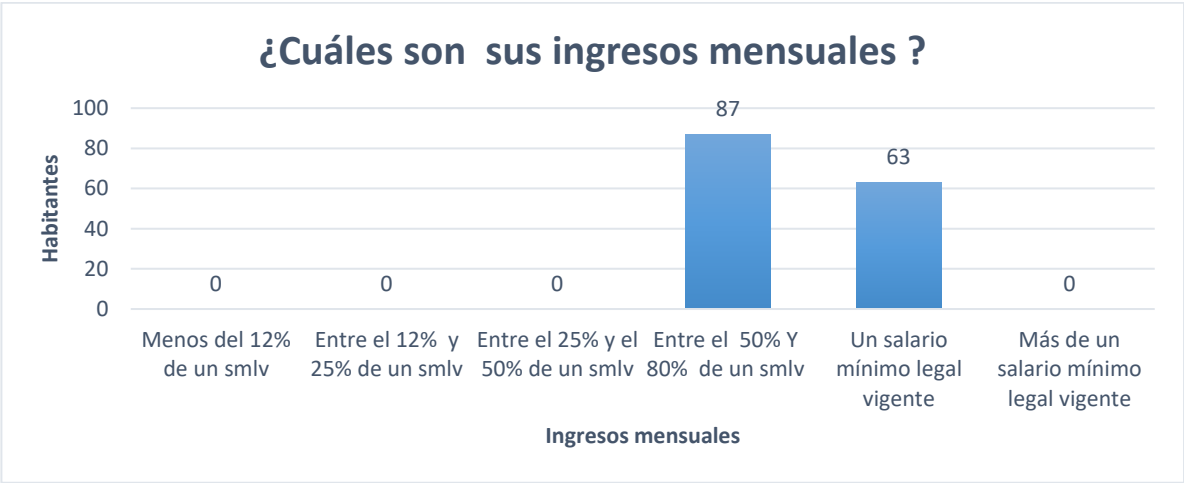
Gráfica 16 Indicador pregunta N°2



Fuente. Autores

Como se observa en la gráfica, el 58% de los pobladores encuestados ganan entre el 50% Y 80% de un smlv. El 42% restante alcanza como máximo un salario mínimo legal vigente.

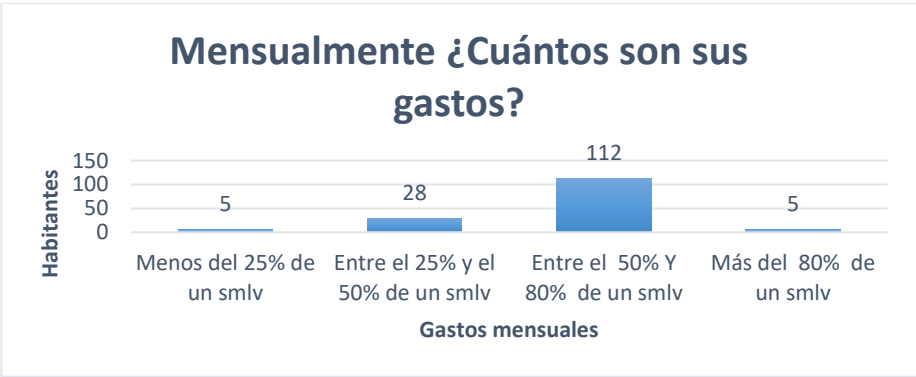
Gráfica 17 Indicador pregunta N°3



Fuente. Autores

Casi el 75% de los encuestados gastan en promedio entre el 50 y 80% de un SMLV. El 18.7% gasta menos del 50% de un SMLV. Y dos pequeños porcentajes un poco por encima del 3% gastan o más del 80% o menos del 25% de un SMLV.

Gráfica 18 Indicador pregunta N°4



Fuente. Autores

La gráfica muestra que el total de la población encuestada ha tenido algún tipo de contacto con la Junta de Acción Comunal correspondiente al área en donde habita. Además de ello, un 33% de los encuestados conoce también a grupos de Madres Comunitarias.

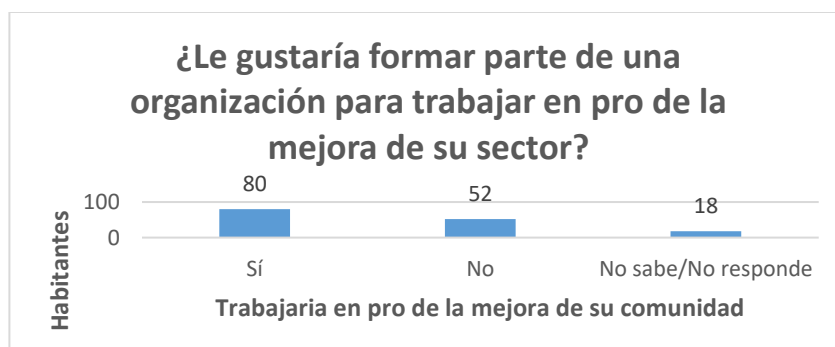
Gráfica 19 Indicador pregunta N°5



Fuente. Autores

Como podemos observar en la gráfica, más de la mitad de las personas encuestadas están interesadas en mejorar el sector en donde habitan, a través, de algún tipo de organización. Las demás personas no muestran interés o no responden. La falta de interés participativo se genera principalmente por el poco conocimiento que tiene la comunidad respecto a las actividades que realizan las organizaciones en pro al desarrollo social del sector.

Gráfica 20 Indicador pregunta N°6



Fuente. Autores

La mayor parte de la población considera importantes y necesarias las asociaciones comunitarias que hay en su sector. Aunque un pequeño porcentaje dice no saber a qué hacen referencia dichas organizaciones. Es importante dar a conocer las principales ventajas de hacer parte de una organización comunitaria, ya que no solo es la incidencia que genera en cada persona en cuanto a el aprendizaje, sino que también cada participante puede generar un aporte innovador para el desarrollo de la comunidad.

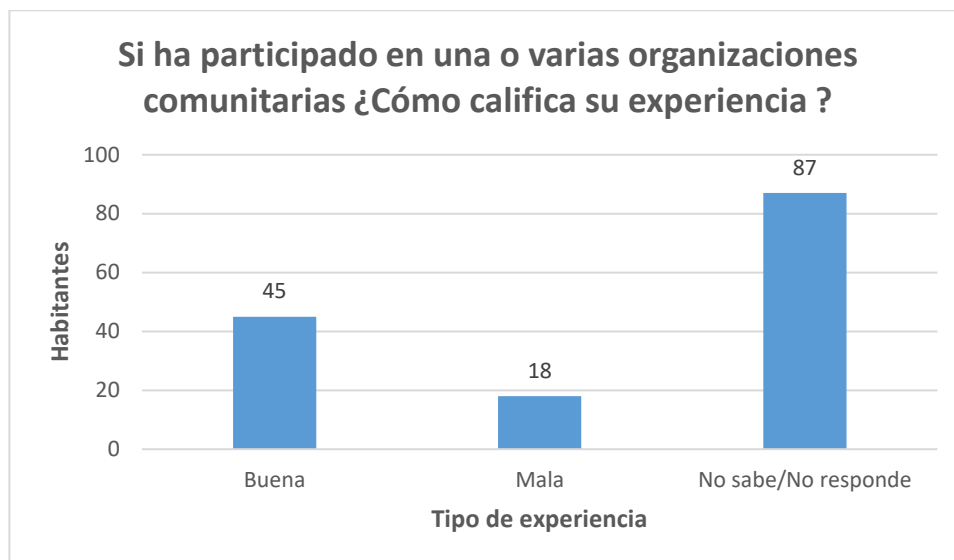
Gráfica 21 Indicador pregunta N°7



Fuente. Autores

Un 30% de los encuestados dicen haber tenido buenas experiencias, durante el tiempo dentro del cual participaron en alguna de las organizaciones mencionadas en puntos anteriores. Tan solo el 12% manifiesta no haberse sentido a gusto. Las demás personas no han tenido experiencia en este hábito o se abstuvieron de responder (véase la Gráfica 22).

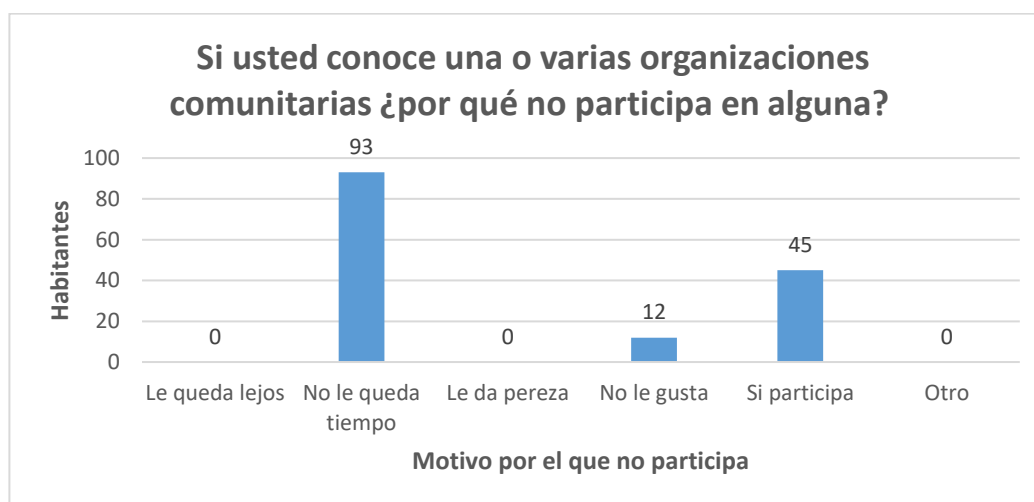
Gráfica 22 Indicador pregunta N°8



Fuente. Autores

Un total de 93 personas, correspondiente a un 62% argumentación que no participan en este tipo de organizaciones porque no les queda tiempo debido a su trabajo y familias. El 8% acepto que nos les gusta o no les llama la atención. Las demás personas participan de alguna forma en alguna de estas organizaciones.

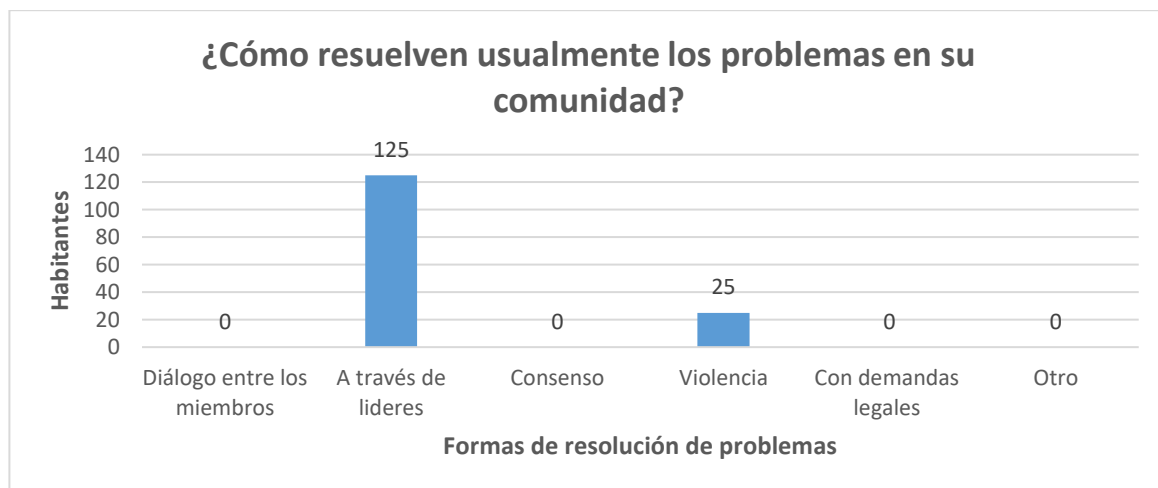
Gráfica 23 Indicador pregunta N°9



Fuente. Autores

Un 83% de las personas encuestadas, aseguran resolver los conflictos con sus vecinos y demás personas del sector, a través, de la intervención de líderes comunitarios. Esto debido a que ven en ellos una forma de autoridad. Aun así, el otro 17% manifestó haber llegado a utilizar algún tipo de violencia y/o agresión física.

Gráfica 24 Indicador pregunta N°10



Fuente. Autores

Estos indicadores nos permitieron identificar una de las principales características de la comunidad, la cual es la actividad económica. por los resultados obtenidos en las preguntas del N°1 a la N° 4 se evidencia que un estimado del 60% de la comunidad trabaja bajo la modalidad informal y así mismo indica que la mayoría de habitantes no cuenta con las condiciones de sostenibilidad económica mínimas para garantizar la calidad de vida. Este factor influye considerablemente en el desarrollo de la comunidad, teniendo en cuenta que la asequibilidad de los servicios públicos es limitada y a su vez se vuelve un sobre costo obtenerlos.

Las preguntas N°5 en adelante, evidenciaron el conocimiento de la comunidad sobre organizaciones participativas sociales o comunales que trabajan en pro del desarrollo de la población en general. Se encontró un alto porcentaje de interés participativo por las personas que se entrevistaron, en su mayoría manifiestan estar interesados en hacer parte de estas organizaciones o presentar un aporte de cualquier tipo para el desarrollo comunal.

**6.2.2.3 Patologías asociadas al consumo de agua en la comunidad.** Con los resultados de las encuestas se infiere, que la fiebre y la diarrea son las patologías que generan un mayor impacto en la salud de algunas personas, la problemática de saneamiento básico la padecen principalmente las comunidades de la vereda Panamá.

La habitabilidad es uno de los factores que más influye en la zona, algunas viviendas no disponen de conexiones hidráulicas para el aprovisionamiento, el agua destinada para beber, lavar y preparar los alimentos, se almacena en canecas en donde algunas familias disuelven pastillas de cloro o en otros casos, hierven el agua antes de consumirla.

Al realizar la visita en una de las casas del barrio piedras blancas, se observa que no todas las canecas cuentan con tapas herméticas para proteger el agua adecuadamente, sólo se emplean bolsas plásticas.

Figura 57 Almacenamiento de agua en vivienda del barrio piedras blancas



Fuente. Autores

La persona entrevistada en esta vivienda padeció una enfermedad gastrointestinal por el agua que estaba consumiendo, síntomas como la diarrea, vómito y dolor abdominal fueron los que más le afectaron. Posterior a lo sucedido se empezaron a comprar bolsas de agua para preparar los alimentos, pero el hecho incrementó los gastos en la familia y en ocasiones no era posible acceder a ellas.



Figura 58 Entrevista con la jefe de hogar



Fuente. Autores.

Una persona externa al conocer la situación, donó a la familia un pequeño filtro para potabilizar el agua. El sistema está compuesto por dos canecas plásticas que se conectan al filtro por medio de una manguera, en la primera se ingresa el agua a tratar y en la segunda se almacena el agua ya purificada.

Figura 59 Filtro Sawyer



Fuente. Autores

**6.2.2.4 Análisis comparativo con investigaciones anteriores.** Se tomó como referencia la investigación “La ciudad: La última frontera para la acción humanitaria. Una aproximación desde el caso de Altos de la Florida”<sup>33</sup>. El objeto de estudio se basa en la situación de vulnerabilidad en la que viven las comunidades con poblaciones que han sufrido el desplazamiento forzado.

La investigación aborda principalmente la problemática social de Altos de la Florida y ciertos aspectos del barrio piedras blancas, en la diagnosis se tratan temas importantes como lo son: los asentamientos informales, las necesidades básicas insatisfechas, el problema de la tenencia de la tierra, la carencia de infraestructuras en el territorio y la desigualdad socio económica de la población.

En el análisis se relacionan los criterios más relevantes para identificar las características y el enfoque de cada investigación.

Tabla 15 Análisis comparativo investigaciones anteriores

CRITERIO DE ANÁLISIS	PROYECTOS DE REFERENCIA	
	La ciudad: La última frontera para la acción humanitaria. Una aproximación desde el caso de Altos de la Florida	Propuesta para el mejoramiento del sistema de abastecimiento del barrio Cagua primer sector y la vereda Panamá
Objeto de estudio	Vulnerabilidad de las comunidades en situación de desplazamiento forzado	Deficiencia en el sistema de abastecimiento de agua potable y su impacto en la comunidad
Objetivo	Analizar la situación real de las comunidades afectadas	Transmitir conocimiento técnico a las comunidades para contribuir con el desarrollo de planes de mejoramiento
Tipo de metodología	Cualitativa	Investigación de acción participativa (IAP)
Técnica de investigación	Entrevistas semi estructuradas dirigidas principalmente a personas en situación de desplazamiento, trabajadores y coordinadores del sector humanitario, y actores responsables de la atención y protección de la población	Entrevistas presenciales con los representantes de la comunidad, visitas en campo para recopilar información de la zona, formulación de encuestas para la caracterización de la población y la problemática
Desarrollo de la mitología social	Estudio de las afectaciones por los asentamientos informales, análisis de la violencia urbana y el desplazamiento intraurbano, acción humanitaria en escenarios urbanos.	Identificación de las zonas afectadas, socialización sobre el alcance y objeto de la investigación, caracterización de la población, análisis de riesgos y diagnosis de la problemática
Estructura del informe	Capítulos	Fases

Fuente. Autores

<sup>33</sup> CORTES FERNANDEZ. Pablo. La ciudad: La última frontera para la acción humanitaria. Una aproximación desde el caso de Altos de la Florida. Soacha, 2017, 62p.

### 6.3 FASE 3. DIAGNÓSTICO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO

#### 6.3.1 Barrio Cagua primer sector

- **Captación:** Aprovechamiento del afluente a través de 6 obras de captación ubicadas a diferentes alturas.

Tabla 16 Obras de captación

Obras de captación	Características	Ubicación
6	Captar el agua del afluente principal. Tuberías de entrada: 3 en pvc de 4" Tuberías de salida: 1 en pvc de 3"	2695.99 m.s.n.m.
5	Recibe el agua de la obra No. 6 y la que desciende de la ladera. Tuberías de entrada: 2 en pvc de 3" Tuberías de salida: 2 en polietileno de 3"	2701.102 m.s.n.m.
4	Recibe el agua de la obra No. 5 y de un canal natural. Recolecta los sedimentos. Tuberías de entrada: 2 en polietileno d 3" Tuberías de salida: 1 en gres de 2"	2686.504 m.s.n.m.
3	Capta el agua que se filtra por la tubería de gres de 12" y la esorrentía. Tuberías de entrada: N/A Tuberías de salida: 1 en PVC de 3"	2678.704 m.s.n.m.
2	Recibe el agua de la obras No. 4 y No. 3 Tuberías de entrada: 1 en pvc de 3" y 1 en gres de 12" Tuberías de salida: 1 en gres de 3"	2676.654 m.s.n.m.
1	Recibe el agua de la obra No. 2 y recolecta sedimentos. Desde este punto inicia el tramo de conexión con el tanque de almacenamiento principal. Tuberías de entrada: 1 en gres de 12" Tuberías de salida: 1 en gres de 12"	2673.154 m.s.n.m.

Fuente. Autores

- **Obras de conducción:** Tuberías de gres de 12", PVC de 3" y polietileno de 3".
- **Tratamiento de agua:** No existe proceso de tratamiento previo a la distribución en las viviendas.
- **Almacenamiento:** Tanque de almacenamiento principal de 1622 m<sup>3</sup> ubicado a 2590 m.s.n.m. y dos secundarios de 810.81 m<sup>3</sup> y 900 m<sup>3</sup> a 2589 m.s.n.m. respectivamente. Los tres tanques cuentan con dos válvulas de cierre.

- **Distribución:** Red de distribución domiciliaria con tubería PVC presión de 2", proviene de una reducción a la tubería galvanizada de 4" que sale de los tanques de almacenamiento. La conexión a las viviendas es por tuberías o mangueras de ½". Existen válvulas de cierre y de regulación de presión a la salida de los tanques.
- **Funcionamiento del sistema :** El aprovisionamiento se realiza en el nacedero de Zaragoza a través de 6 obras de captación. Las estructuras están conectadas por una serie de tuberías de gres, PVC y hierro galvanizado que conducen el agua por cada una de ellas. El agua proviene de pequeños afluentes que se derivan de la fuente hídrica principal.

En el nacedero el desarenador es la cámara de recolección. La retención de material orgánico y partículas de mayor tamaño, se origina por las diferencias de nivel que hay en la estructura y por una rejilla metálica de cribado.

Para la conducción de agua desde la salida del nacedero a los tres tanques de almacenamiento se adecuó una tubería de gres de 12". La capacidad total es de 3.332,81 m<sup>3</sup>.

La distribución funciona únicamente por gravedad, la conexión entre los tanques y la red distribución domiciliaria se da por una tubería de hierro galvanizado de 4"; en la red como tal se reduce a 2".

Las viviendas se enlazan a la red domiciliaria a través de mangueras de ½" o por tuberías pvc presión del mismo diámetro.

En el sistema no se evidencian obras para la potabilización del agua, el tratamiento se lleva a cabo en los hogares de acuerdo a la disponibilidad de recursos.

### 6.3.2 Vereda Panamá

- **Captación:** Aprovechamiento del afluente a través de una obra de captación ubicada a 2. m.s.n.m. Se emplean 2 electrobombas de 2 hp para impulsar el agua hasta los tanques de almacenamiento.
- **Obras de conducción:** Tubería en polietileno de 3".
- **Tratamiento de agua:** No existe proceso de tratamiento previo a la distribución en las viviendas.

- **Almacenamiento:** Sistema compuesto por once tanques plásticos de 2.000 lt cada uno. Se encuentran distribuidos de la siguiente forma: dos a 2694 m.s.n.m., cuatro a 2700 m.s.n.m. y cinco a 2750 m.s.n.m. respectivamente. Para distribuir el agua entre los tanques se requiere de dos electro bombas de 1 hp de potencia, situadas en los dos tramos iniciales del almacenamiento.
- **Distribución:** Red de distribución domiciliaria con tubería PVC presión de 1" y 2", inicia desde los cinco tanques. El sistema cuenta con válvulas de cierre en los tanques.
- **Funcionamiento:** El aprovechamiento se realiza de un afluente que emerge de la parte alta del nacedero de Zaragoza. Como el nacedero está más cerca de la vereda, sólo se dispone de una obra de captación.

El sistema no cuenta con desarenador, sólo se adecuó una rejilla metálica en la parte superior de la estructura de captación para evitar la acumulación de sólidos. El material que logra pasar esta barrera es removido mediante limpiezas manuales que realizan los miembros de la comunidad.

Debido a la diferencia de altura entre la salida del nacedero y los tanques de almacenamiento, es necesaria la impulsión de agua con la ayuda de dos electrobombas situadas en la estructura de captación. La tubería que une estos dos tramos es de PVC presión con un diámetro de 3".

En el barrio Villa Garzón se encuentra 11 tanques plásticos de 2000 lt ubicados a diferentes alturas. Se cuenta con otras dos electrobombas de 2 hp encargadas de impulsar el agua entre los tanques.

El suministro está compuesto por: tuberías PVC presión de 1" y 2" para distribuir el agua desde el almacenamiento a la red domiciliaria, y ½" del mismo material para la conexión a los predios. Cada vivienda cuenta con tanques de 2000 lt para almacenar el agua proveniente de la red.

### **6.3.3 Evaluación de requerimientos de diseño según la normatividad vigente.**

Para la evaluación técnica de las estructuras que componen los sistemas de abastecimiento, se tomarán como referencia los parámetros más relevantes de la resolución 0330 de 2007 que deberían cumplirse como mínimo.

Tabla 17 Edificación de cumplimiento barrio Cagua primer sector

PARÁMETRO	CUMPLE	
	SI	No
<b>Estructuras de captación de agua superficial</b>		
Las obras de captación se encuentran en zonas de fácil acceso para permitir las operaciones de reparación, limpieza y mantenimiento.	X	
La zona de la bocatoma dispone de medios de protección y cercado para evitar la entrada de personas no autorizadas y/o animales.	X	
La captación cuenta con elementos de control necesarios para devolver los excesos de agua captados al cauce de la fuente.	X	
<b>Desarenadores</b>		
El componente destinado a la remoción de arena que está en suspensión está cerca al sitio de captación.	X	
Tendrá un dispositivo de rebose mediante un vertedero lateral ubicado cerca a la entrada del desarenador		X
Se provee la eliminación de partículas con diámetro mínimo de 0,1 mm		X
<b>Aducción y conducción</b>		
El diámetro mínimo de las redes de distribución para sectores rurales no deberá ser inferior a 75 mm	X	
El sistema cuenta con válvulas de cierre	X	
El sistema cuenta con válvulas reguladoras de presión	X	
Las válvulas reguladoras de presión van acompañadas de válvulas de cierre	X	
Las válvulas reguladoras de presión se cierran automáticamente		X
Las líneas de conducción y distribución cuentan con válvulas ventosa		X
Los puntos bajos de la red cuentan con válvulas de purga		X
Tiene caja para válvulas	X	
Las cajas están construidas en mampostería de ladrillo o concreto reforzado	X	
El espesor de las tapas es mayor o igual a 70 mm	X	
En zonas con poblaciones menores a 12.500 habitantes se debe tener por lo menos un hidrante		X
El sistema cuenta con instrumentos de medición de caudal		X
<b>Tanques de almacenamiento</b>		
Los tanques funcionan con esquema de mezcla FIFO (Primero que entra primero que sale)		X
Las esquinas de los tanques son achaflanadas		X
Se tiene un borde libre de como mínimo 30 cm		X
Los tanques de almacenamiento tienen pendiente en el fondo para facilitar la evacuación de lodos		X
El terreno donde se ubican los tanques de almacenamiento deben contar con un sistema de drenaje		X
En el sistema se dispone más de un tanque de almacenamiento	X	

Fuente. Autores

Tabla 18 Verificación de cumplimiento vereda Panamá

PARÁMETRO	CUMPLE	
	SI	No
<b>Estructuras de captación de agua superficial</b>		
Las obras de captación se encuentran en zonas de fácil acceso para permitir las operaciones de reparación, limpieza y mantenimiento.		x
La zona de la bocatoma dispone de medios de protección y cercado para evitar la entrada de personas no autorizadas y/o animales.	X	
La captación cuenta con elementos de control necesarios para devolver los excesos de agua captados al cauce de la fuente.		x
<b>Aducción y conducción</b>		
El diámetro mínimo de las redes de distribución para sectores rurales no deberá ser inferior a 75 mm		x
El sistema cuenta con válvulas de cierre	X	
El sistema cuenta con válvulas reguladoras de presión		x
Las válvulas reguladoras de presión van acompañadas de válvulas de cierre		x
Las válvulas reguladoras de presión se cierran automáticamente		x
Las líneas de conducción y distribución cuentan con válvulas ventosa		x
Los puntos bajos de la red cuentan con válvulas de purga		x
Tiene caja para válvulas		x
Las cajas están construidas en mampostería de ladrillo o concreto reforzado		X
El espesor de las tapas es mayor o igual a 70 mm		X
En zonas con poblaciones menores a 12.500 habitantes se debe tener por lo menos un hidrante		X
El sistema cuenta con instrumentos de medición de caudal		X
<b>Tanques de almacenamiento</b>		
Los tanques funcionan con esquema de mezcla FIFO (Primero que entra primero que sale)		X
Las esquinas de los tanques son achaflanadas		X
Se tiene un borde libre de como mínimo 30 cm		X
Los tanques de almacenamiento tienen pendiente en el fondo para facilitar la evacuación de lodos		x
El terreno donde se ubican los tanques de almacenamiento debe contar con un sistema de drenaje		X
En el sistema se dispone más de un tanque de almacenamiento	x	

Fuente. Autores

En el barrio Cagua primer sector se cumple con el 50% de los parámetros evaluados de la resolución 0330. En los componentes como el desarenador, aducción y conducción, y tanques de almacenamiento, se evidencian los aspectos que se deben tener en cuenta para el mejoramiento.

Posterior a realizar la investigación sobre el funcionamiento del sistema y la problemática se concluye:

- La comunidad no presenta inconvenientes en el nacedero ni en la línea de aducción, la cantidad de agua que se capta es suficiente para garantizar el suministro a las viviendas de manera continua, no obstante, es necesario



implementar mejoras para retener de una mejor forma los sólidos en suspensión y mitigar las pérdidas de agua en las tuberías.

- El tanque principal se encuentra al aire libre, en el agua se observan insectos y partículas que caen del entorno, por tal motivo es imprescindible evitar que se siga contaminando. En la red domiciliaria se presentan daños en las tuberías que no son fáciles de identificar, para impedir que esto suceda, se requiere implementar válvulas de paso en los tramos de la red para facilitar la inspección en las tuberías.
- El agua que llega a las viviendas no es tratada previamente para el consumo, lo cual es un riesgo para la comunidad por las enfermedades que pueden transmitirse. Para contra restar la ausencia de la planta de potabilización, se debe poner en funcionamiento un sistema de filtración para eliminar los agentes contaminantes del agua.

En la vereda Panamá los componentes no cumplen con los requisitos mínimos de la resolución 0330, de 21 parámetros evaluados sólo 4 son favorables.

Con la investigación realizada se concluye, que el sistema de abastecimiento es rudimentario, cumple con la función básica para el aprovisionamiento, pero se requieren reformas mayores para lograr que sea eficiente.

El almacenamiento y la red domiciliaria son los componentes del sistema que más problemas le causan a la comunidad. La capacidad de los tanques no es suficiente para garantizar que las familias dispongan de agua continuamente, así mismo, en el sistema no existen manómetros para verificar la presión generada cuando se permite el flujo de agua hasta la red domiciliaria, con esto se corre el riesgo de averiar las tuberías por el golpe de ariete ocasionado por el cierre las válvulas de los tanques ubicados en cada vivienda.

En el caso particular del barrio piedras blancas aún no es posible que puedan abastecerse del nacedero de Zaragoza, el sistema actual no posee las condiciones mínimas para hacer llegar el agua hasta este punto, la comunidad debe seguir solicitando el suministro de carrotanques para suplir el mínimo vital en cada familia.

No obstante, se pueden mejorar las condiciones en cada una de las viviendas, si bien el agua es tratada, se presentan falencias en el almacenamiento que pueden llegar a contaminarla, lo cual es un factor de riesgo que podría afectar la salud de las personas.

## 6.4 FASE 4. DISEÑO Y CÁLCULO

### 6.4.1 Diseño de tanque de almacenamiento en la vereda Panamá

**6.4.1.1 Volumen para el tanque.** Dentro de los planes de mejoramiento para el sistema de abastecimiento de la vereda Panamá, se tiene prevista la construcción de un tanque en el barrio Villa Garzón para ampliar la capacidad de almacenamiento. Con el fondo de recursos destinados para el mantenimiento del sistema, se logró la compra de un lote para iniciar con el proyecto.

A continuación, se presentan los cálculos empleados para el diseño del tanque de almacenamiento.

Caudal máximo diario (QMD):  $12.55 \text{ L/s} = 0.01255 \text{ m}^3/\text{s} = 1084.75 \text{ m}^3/\text{d}$

Tabla 19 Suministro por gravedad o bombeo continuo de 24 horas

Horas	C %	$\Sigma \text{ C \%}$	S %	$\Sigma \text{ S \%}$	$\Delta (\text{S-C})$	$\Sigma \Delta (\text{S-C})$	V%
0-1	1	1	4,17	4,17	3,17	3,17	11,17
1-2	1	2	4,17	8,33	3,17	6,33	14,33
2-3	1	3	4,17	12,50	3,17	9,50	17,50
3-4	1	4	4,17	16,67	3,17	12,67	20,67
4-5	2	6	4,17	20,83	2,17	14,83	22,83
5-6	4	10	4,17	25,00	0,17	<b>15,00</b>	23,00
6-7	9,5	19,5	4,17	29,17	-5,33	9,67	17,67
7-8	8	27,5	4,17	33,33	-3,83	5,83	13,83
8-9	7	34,5	4,17	37,50	-2,83	3,00	11,00
9-10	4	38,5	4,17	41,67	0,17	3,17	11,17
10-11	3	41,5	4,17	45,83	1,17	4,33	12,33
11-12	3	44,5	4,17	50,00	1,17	5,50	13,50
12-13	5,5	50	4,17	54,17	-1,33	4,17	12,17
13-14	9	59	4,17	58,33	-4,83	-0,67	7,33
14-15	5	64	4,17	62,50	-0,83	-1,50	6,50
15-16	3	67	4,17	66,67	1,17	-0,33	7,67
16-17	3	70	4,17	70,83	1,17	0,83	8,83
17-18	3	73	4,17	75,00	1,17	2,00	10,00
18-19	5	78	4,17	79,17	-0,83	1,17	9,17
19-20	9	87	4,17	83,33	-4,83	-3,67	4,33
20-21	8,5	95,5	4,17	87,50	-4,33	<b>-8,00</b>	0,00
21-22	2	97,5	4,17	91,67	2,17	-5,83	2,17
22-23	1,5	99	4,17	95,83	2,67	-3,17	4,83
23-24	1	100	4,17	100,00	3,17	0,00	8,00

Fuente. Autores

El volumen es cero en el punto de máximo déficit (hora 20-21) y es máximo, en el punto de máximo sobrante (hora 5-6).

De acuerdo a lo anterior se obtienen los siguientes valores de volumen para el tanque superficial.

Tabla 20 Cálculos de volumen

<b>TANQUE SUPERFICIAL</b>	
% de consumo medio diario	23%
Volumen por consumo doméstico	249,49 m <sup>3</sup>
Volumen para incendios (1 hidrantes de 5 L/s durante 2 horas)	36,00 m <sup>3</sup>
Volumen de emergencia (25% de los dos anteriores)	71,37 m <sup>3</sup>
<b>VOLUMEN TOTAL DEL TANQUE</b>	<b>356,86 m<sup>3</sup></b>

Fuente. Autores

El valor del volumen por consumo doméstico, corresponde a la multiplicación del caudal máximo diario por el porcentaje de consumo medio diario. Con base en el reglamento técnico RAS se escogen los valores de referencia para el volumen de incendios y el de emergencia. La sumatoria de los valores anteriores dan como resultado un volumen total de 356,86 m<sup>3</sup>.

El terreno dispuesto para el tanque tiene un área de 72 m<sup>2</sup> (6m x 12m), para lograr una capacidad de almacenamiento de 356,86 m<sup>3</sup>, es necesario como mínimo una altura de 5 m. No obstante, la comunidad no cuenta con el recurso económico para llevar a cabo la construcción con esas dimensiones, razón por la cual se decide ajustar la altura del tanque a 3 m.

La capacidad del almacenamiento no será la suficiente para suplir la demanda proyectada, pero si logrará mejorar a corto plazo la deficiencia del sistema.

**6.4.1.2 Caracterización del suelo.** En la zona prevista para la construcción, se realizó la toma una muestra suelo a 2 m de profundidad para identificar los parámetros más relevantes y efectuar la caracterización general del mismo. El laboratorio que procesó la muestra de suelo es Geo pruebas Ingeniería S.A.S. Dentro de los ensayos se encuentran: ensayo de corte directo en condición drenada (CD), carga puntual del módulo de la roca, granulometría por tamizaje, límites de Atterberg y peso unitario.

Los ensayos arrojaron la clasificación de dos tipos de suelo. El primero es una arcilla de alta plasticidad habana, de vetas amarillas con oxidaciones y algo de arena fina (CH); el segundo es una roca gris con tonos amarillos ocre, café oscuro con oxidaciones (GP).

Tabla 21 Parámetros arcilla CH

Tipo de suelo	Clasificación	Límites de Atterberg			% Partículas		Y <sub>seco</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	% Humedad	φ (°)	C'
		LL	LP	IP	Arena	Fino				
Arcilla	CH	61%	26%	34%	4,10%	95,90%	1,529	22,23%	26,8°	0,0078 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Autores

Figura 60 Arcilla CH



Fuente: Juan Carlos Sánchez, técnico laboratorista

Tabla 22 Parámetros roca GP

Tipo de suelo	Clasificación	% Partículas			$\gamma_{\text{seco}}$ (g/cm <sup>3</sup> )	% Humedad	$I_{s50}$
		Grava	Arena	Fino			
Roca	GP	97,7%	0,7%	1,6%	1,5290	22,23%	2,89 Mpa

Fuente: Autores

Figura 61 Roca (GP)



Fuente: Juan Carlos Sánchez, técnico laboratorista

Generalmente los parámetros geotécnicos de las arcillas se determinan bajo condiciones no drenadas y en función de los esfuerzos totales, en donde  $\Phi=0$  y el

valor de la cohesión es igual a la resistencia no drenada ( $C_u$ ) en la envolvente de Mohr –Coulomb.<sup>34</sup>

Debido a las características de la zona, en el presente proyecto se tomaron como referencia los valores obtenidos bajo una condición drenada para el análisis geotécnico, ya que el terreno está situado sobre una ladera con una pendiente pronunciada y se considera que el suelo no está saturado.

La capa vegetal tiene un espesor promedio de 0,50 m y los núcleos de roca oscilan entre 1,40 y 1,50 m de diámetro. A dos metros de la toma de la muestra no hay evidencia de nivel freático, las posibilidades de encontrar aguas subterráneas cercanas al punto cimentación del tanque son reducidas, esto se debe principalmente al grado de inclinación que presenta el terreno.

Figura 62 Zona de estudio



Fuente. Autores

---

<sup>34</sup> SUÁREZ, Jaime. Deslizamientos: Análisis geotécnico. Cap. 3. {En línea}. {18 de octubre de 2020}. Disponible en: ([www.erosion.com.co](http://www.erosion.com.co)).

Para el cálculo de la capacidad portante del suelo se empleó la fórmula de Hansen, asumiendo como 1 los factores de inclinación de la carga e inclinación de la base, puesto que no aplican para este diseño.

$$q_{ult} = cN_c S_c d_c i_c g_c b_c + qN_q S_q d_q i_q g_q b_q + 0,5\gamma B N_\gamma S_\gamma d_\gamma i_\gamma g_\gamma b_\gamma$$

Donde:

c: Cohesión

- **Factores de carga**

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

$$N_q = e \pi \tan \phi \tan^2(45 + \phi/2)$$

$$N_\gamma = 1.5(N_q - 1) \tan(\phi)$$

$\Phi$ : Ángulo de fricción

$N_c, N_q, N_\gamma$ : factores de carga

- **Factores de forma**

$$S_c = 1.0 + N_q / N_c * B / L$$

$$S_q = 1 + B / L \sin \phi$$

$$S_\gamma = 1.0 - 0.4 * B / L$$

$S_c, S_q, S_\gamma$ : factores de forma



- **Factores de profundidad**

Relación D/B es mayor a 1

$$K = \tan^{-1} (D / B)$$

Relación D/B es menor o igual a 1

$$K = (D / B)$$

$$d_c = 1.0 + 0.4k$$

$$d_q = 1.0 + 2.0 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \cdot K$$

$$d_\gamma = 1.0 \text{ para cualquier valor de } \phi$$

$d_c, d_q$  y  $d_\gamma$ : Factores de profundidad

- **Factores de inclinación del terreno**

$$g_c = 1.0 - \beta^\circ / 147^\circ$$

$$g_q = g_\gamma = (1.0 - 0.5 \tan \beta)^5$$

$\beta$ : Inclinación del terreno en grados( $\beta^\circ$ ) o en radianes ( $\beta$ )

$g_c, g_q$  y  $g_\gamma$ : Factores de inclinación del terreno<sup>35</sup>

---

<sup>35</sup> OROZCO, Juan. RAMÍREZ, Maudy. Apuntes de clase enfocados a la ingeniería de cimentaciones. Universidad de la Salle. Colombia, 2020. 191p.

- **Parámetros del suelo**

A continuación, se relacionan los parámetros para el cálculo de la capacidad portante por el método de Hansen.

Tabla 23 Parámetro de ensayo de corte directo (CD)

<b>Ensayo de corte directo (CD)</b>	
Ángulo de fricción ( $\phi^\circ$ )	26,8
Ángulo de fricción ( $\phi$ )	0,468
Cohesión ( $\text{kg/cm}^2$ )	0,078
<b>Cohesión (<math>\text{KN/m}^2</math>)</b>	<b>7,644</b>

Fuente. Autores

Tabla 24 Peso unitario seco

<b>Ensayo de peso unitario seco</b>	
$\gamma_{\text{suelo}}$ ( $\text{gr/cm}^3$ )	1,529
<b><math>\gamma_{\text{suelo}}</math> (<math>\text{KN/m}^3</math>)</b>	<b>14,981</b>

Fuente. Autores

Para el diseño del tanque, se adopta una losa de cimentación con una altura de desplante de 2 m y un factor de seguridad de 3.

Tabla 25 Características de la cimentación

<b>Cimentación</b>	
B (m)	6
L (m)	12
$D_f$ (m)	2
D/B	0,33
$\beta$ ( $^\circ$ )	38,00
$\beta$	0,66
FS	3,00
<b>q (<math>\text{KN/m}^2</math>)</b>	<b>29,96</b>

Fuente. Autores

Tabla 26 Cálculo de capacidad portante

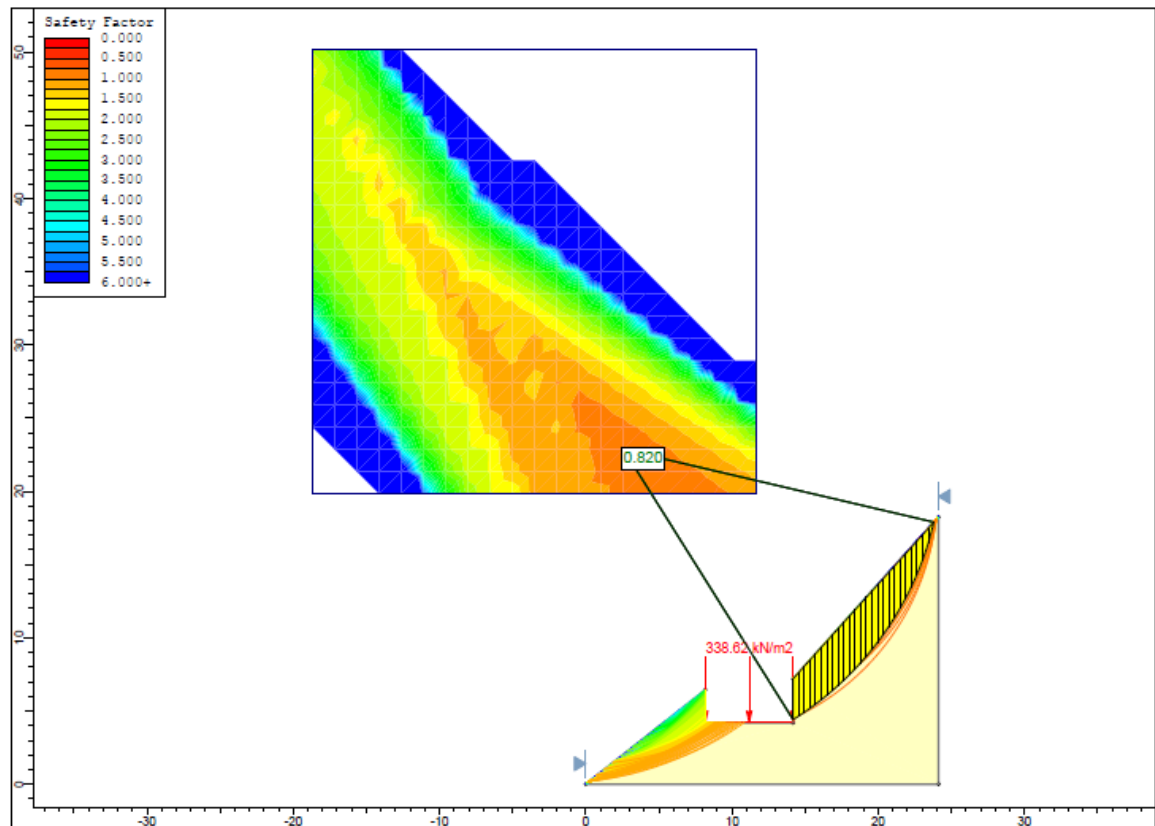
Factores de carga	
$N_q$	12,917
$N_c$	23,591
$N_y$	9,029
Factores de forma	
$S_c$	1,274
$S_q$	1,225
$S_y$	0,8
Factores de profundidad	
K	0,333
$d_c$	1,133
$d_q$	1,1015
$d_y$	1
Factores de inclinación terreno (base cercana a un talud)	
$g_c$	0,741
$g_q$	0,971
$g_y$	0,971
Capacidad portante método de Hansen	
$q_{ult} \text{ (KN/m}^2\text{)}$	1015,87
$q_{adm} \text{ (KN/m}^2\text{)}$	338,62
$\sigma_{neto} \text{ (KN/m}^2\text{)}$	925,98
$\sigma_{adm} \text{ (KN/m}^2\text{)}$	308,66
<u><math>q_{adm} \text{ (KN)}</math></u>	3703,93

Fuente. Autores

**6.4.1.3 Estabilidad de talud.** Debido a que la base del tanque está cercana a un talud, es importante realizar el análisis de estabilidad para determinar el factor de seguridad. Para hallarlo, se empleó el software SLIDE tomando como referencia el módulo de la arcilla (véase el Anexo L).

Como resultado se obtuvo un  $FS=0,82$  bajo el método simplificado de Bishop.

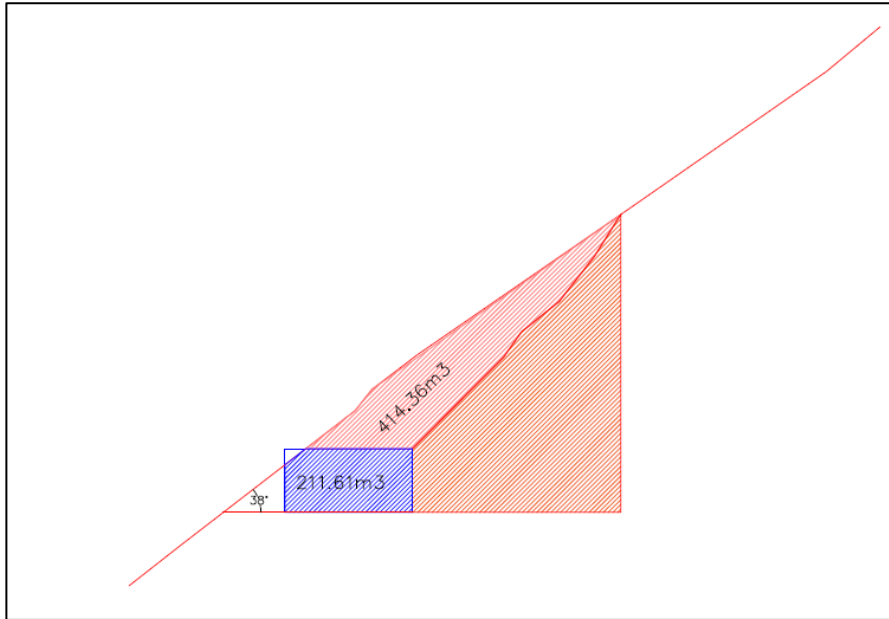
Figura 63 Análisis de estabilidad



Fuente. Slide

Con el fin de evitar futuros deslizamientos por la inclinación del talud, es imprescindible efectuar un corte en la ladera preferiblemente a  $45^\circ$  desde la parte superior del muro más cercano al talud. Si se asume un corte de  $45^\circ$ , se deberán remover  $414,36 \text{ m}^3$  de material adicionales a los  $211,61 \text{ m}^3$  que se requieren para la construcción del tanque. Es importante la adecuación de un sistema de contención de masas durante y después de las obras civiles.

Figura 64 Talud



Fuente. Autores

**6.4.1.4 Asentamiento elástico.** Para el asentamiento elástico se tomó una relación de poisson de 0,2 y un módulo de Young de 41 MN/m<sup>3</sup>; se asume para el cálculo una cimentación flexible. El método de cálculo es el de Steibrenner.

$$\delta i = \frac{q * B}{E} (1 - \mu^2) * I_p$$

Donde:

$\delta i$ : Asentamiento inmediato o elástico (mm)

q: Carga uniforme aplicada

B: Base de cimentación

$\mu_s$ : Relación de Poisson

E: Módulo de elasticidad (MN/cm<sup>3</sup>)

$I_p$ : Factor que depende de las dimensiones de la cimentación.<sup>36</sup>

<sup>36</sup> BORSELLI, Lorenzo. Geotecnia I. Parte V, teoría práctica de la consolidación. {En línea}. {18 de octubre de 2020}. Disponible en: ([https://www.lorenzo-borselli.eu/geotecnia1/Geotecnia\\_1\\_parte\\_V.pdf](https://www.lorenzo-borselli.eu/geotecnia1/Geotecnia_1_parte_V.pdf)).

Figura 65 Asentamiento inmediato

<b>Asentamiento elástico (<math>\delta_i</math>)</b>	
Suelo	Arcilla insaturada o arenosa
Tipo de fundación	Flexible
E (MN/m <sup>2</sup> )	41
$\mu_s$	0,2
L/B	2
$l_p$	1,532
<b><math>\delta_i</math> (mm)</b>	<b>66,43</b>

Fuente. Autores

**6.4.1.5 Coeficiente balasto o rigidez.** Para el coeficiente de balasto se emplea una de las correlaciones existentes para una base rectangular.

$$K_s = k_{cuadrada} \left( \frac{L + 0,5B}{1,5L} \right)$$

$$k_{cuadrada} = 1,5 * \frac{E}{B}$$

Donde:

Ks: Módulo de balasto (MN/m<sup>3</sup>)

K<sub>cuadrada</sub>: Coeficiente en función del módulo de elasticidad y la base.

L: Largo de la base (m)

B: Ancho de la base (m)<sup>37</sup>

Tabla 27 Módulo de balasto

<b>Módulo de balasto o rigidez</b>	
k <sub>cuadrada</sub>	10,25
ks (MN/m <sup>3</sup> )	8,54

Fuente. Autores

<sup>37</sup> LEONI, Augusto. Apunte de coeficiente de balasto. {En línea}. {18 de octubre de 2020}. Disponible en: (<http://materias.fi.uba.ar/7411/curso/teoria/balasto/leoni.pdf>).

**6.4.1.6 Presión lateral del suelo.** El valor de la presión en reposo  $K_0$ , se obtiene del método de Brooker & Ireland (1965) para arcillas normalmente consolidadas.<sup>38</sup>

$$K_0 = 0,95 - \text{sen}(\varphi)$$

Para las presiones activas y pasivas ( $K_a$  y  $K_p$ ), los cálculos se basan en la teoría de Rankine.

$$K_a = \cos(\beta) * \frac{\cos(\beta) - \sqrt{\cos(\beta)^2 - \cos(\varphi)^2}}{\cos(\beta) + \sqrt{\cos(\beta)^2 - \cos(\varphi)^2}}$$

$$K_p = \cos(\beta) * \frac{\cos(\beta) + \sqrt{\cos(\beta)^2 - \cos(\varphi)^2}}{\cos(\beta) - \sqrt{\cos(\beta)^2 - \cos(\varphi)^2}}$$

Tabla 28 Presión lateral del suelo

Presión lateral del suelo	
$K_0$	0,499
$K_a$	0,00244
$K_p$	373,75

Fuente. Autores

**6.4.1.7 Estimación de cargas.** Para la estimación de cargas se tuvo en cuenta una altura de la lámina de agua de  $H_L=2,80$  m. Para las cargas ejercidas por el concreto, se eligieron espesores de muros, placa y cubierta de 0,30 m respectivamente.

<sup>38</sup> PUENTES, Angela. Presión lateral de tierra. {En línea}. {18 de octubre de 2020}. Disponible en: ([https://www.academia.edu/25460153/PRESION\\_LATERAL\\_DE\\_TIERRA](https://www.academia.edu/25460153/PRESION_LATERAL_DE_TIERRA)).



Tabla 29 Estimación de cargas

Estimación de cargas	
Carga del agua (F)	
$\gamma_{\text{agua}}$ (KN/m <sup>3</sup> )	10
$H_L$ (m)	2,8
$q_{\text{agua}}$ (KN/m <sup>2</sup> )	28
Carga muerta (D)	
$\gamma_{\text{concreto}}$ (KN/m <sup>3</sup> )	24
Espesores de losa, techo y muros (m)	0,3
$q_{\text{techo}}$ (KN/m <sup>2</sup> )	7,2
$q_{\text{muros}}$ (KN/m <sup>2</sup> )	28,8
$q_{\text{losa}}$ (KN/m <sup>2</sup> )	7,2
$q_{\text{muerta}}$ (KN/m <sup>2</sup> )	43,2
Carga del suelo (H)	
$\gamma_{\text{suelo}}$ (KN/m <sup>3</sup> )	14,98
H (m)	3
$K_0$	0,499
$q_{\text{suelo}}$ (KN/m <sup>2</sup> )	22,43
Carga viva (L)	
$q_{\text{viva}}$ (KN/m <sup>2</sup> )	5

Fuente. Autores

- **Combinaciones de carga:** La combinación de carga de la estructura se determina según el capítulo B de la norma NSR-10.

$$U = 1.2 D + 1.7 F + 1.6 H$$

Donde:

D: Carga muerta

F: Presión de fluidos

H: Presión del suelo

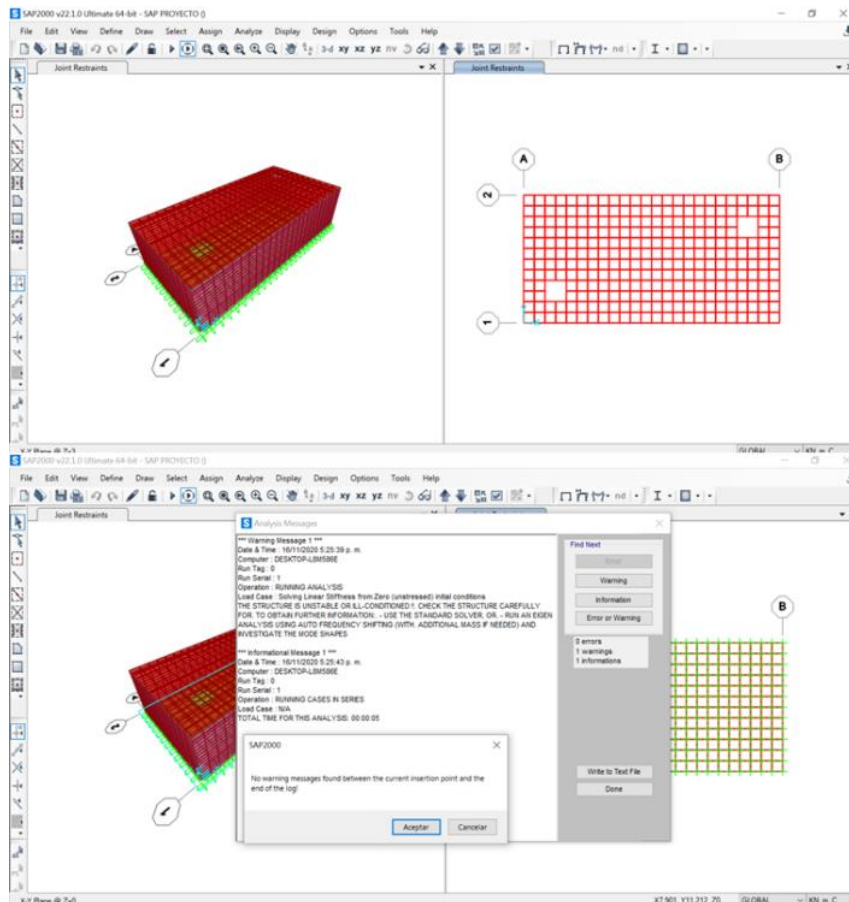
L: Carga viva

$$U = 1.2 (43.20) + 1.7 (28) + 1.6 (22,43)$$

$$U = 135,33 \text{ KN/m}^2$$

**6.4.1.8 Requerimiento de acero.** Para determinar el requerimiento de acero de la estructura, se llevó a cabo el análisis de carga en el software SAP 2000, de allí se obtuvieron los valores de momento y cortante para determinar el refuerzo de acero. Para el diseño se estableció un  $f'c=28$  MPa y un  $f_y=420$  MPa.

Figura 66 Análisis de cargas



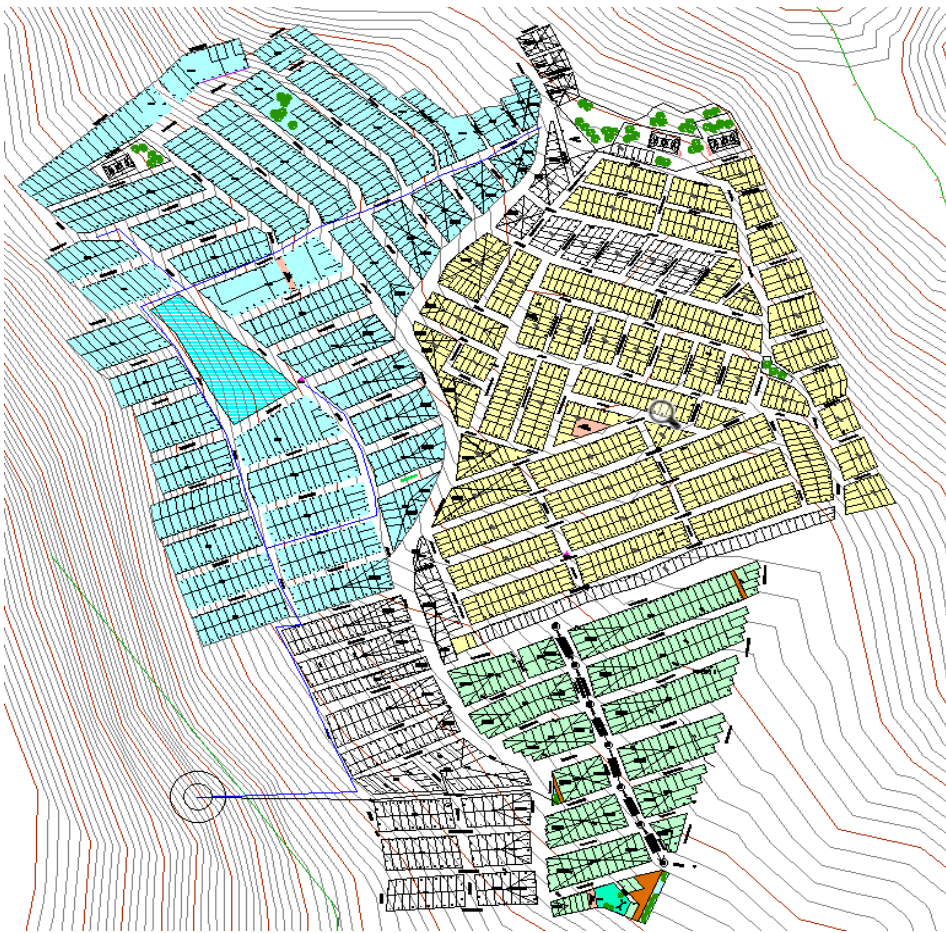
Fuente: Autores

## 6.4.2 Diseño para el mejoramiento del sistema

**6.4.2.1 Modelación en Epanet.** Mediante los levantamientos topográficos y la georreferenciación correspondiente de la localización de los barrios de la vereda Panamá y el barrio Cagua primer sector, se procedió a trazar la ruta actual de suministro y por medio de la modelación de Epanet se identificarán falencias que puede presentar este sistema.

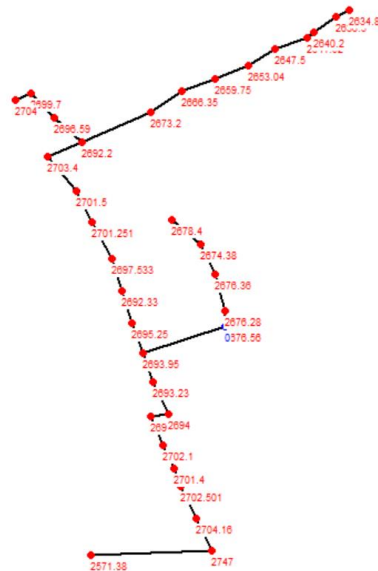
En la vereda panamá el suministro sale de unos tanques de almacenamiento que se encuentran en la parte alta del barrio garzón y que a su vez es uno de los sectores más altos de toda la vereda. Por esta razón el suministro desde este punto se realiza por energía gravitacional. La modelación realizada en epanet permite identificar fallas en cuanto al dimensionamiento de la tubería de suministro, se requiere un mayor diámetro para liberar el diferencial de presión en exceso, causado por la notable diferencia de algunos puntos de suministro con respecto al nivel de los tanques de almacenamiento y distribución también se evalúa la instalación de válvulas aliviadoras.

Figura 67 Red de distribución existente en vereda panamá



Fuente. Autores

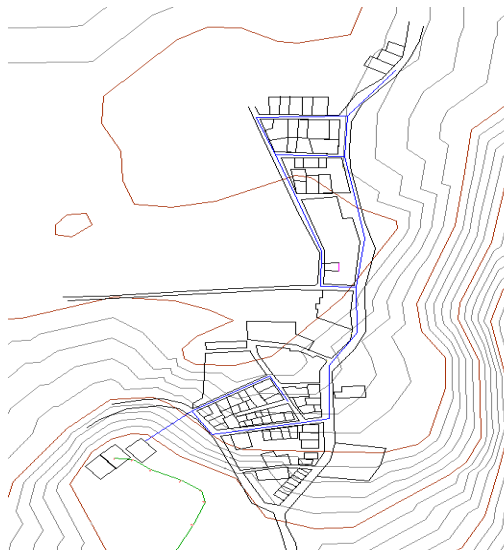
Figura 68 Simulación red de distribución vereda panamá



Fuente. Autores

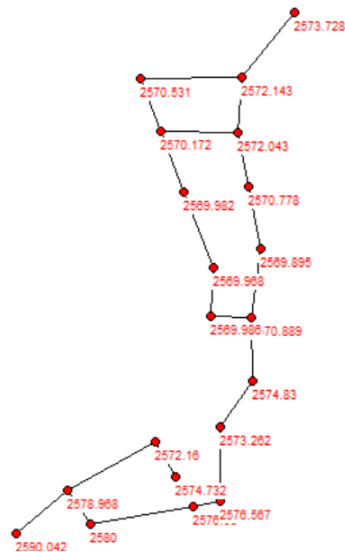
El barrio Cagua cuenta con una red eficiente en cuanto a funcionalidad, más se deben realizar ajustes en cuanto la implementación de tubería de materiales comerciales y aprobados por la normativa correspondiente para aplicativo de la concesión de aguas ante el CAR.

Figura 69 Red de distribución barrio Cagua primer sector



Fuente. Autores

Figura 70 Simulación suministro en barrio Cagua primer sector



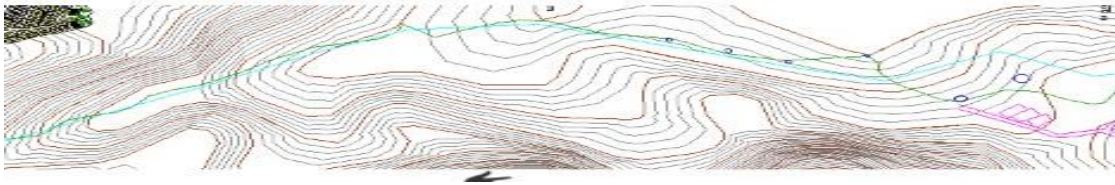
Fuente. Autores

Adicionalmente se realizó la simulación del tramo de conducción del sistema de abastecimiento del barrio cagua primer sector, esto con el fin de verificar la efectividad del sistema actual. de igual y a su vez evaluar las condiciones de la conducción al implementar tubería de diferente material al existente.

esta simulación se realizó teniendo en cuenta que entre los alcances de la comunidad se encuentra presupuestado renovar en su totalidad la tubería que hace parte del sistema de conducción. también se efectuaron cambios en el direccionamiento en predios aledaños a los tanques de almacenamiento, ya que por consideraciones normativas y técnicas es necesario realizar estas modificaciones.

A continuación, se presentan los resultados de la modelación en epanet.

Figura 71 Red de conducción barrio Cagua primer sector



Fuente. Autores

Figura 72 simulación de conducción de barrio cagua primer sector



Fuente. Autores

En la figura anterior se presentan los valores de caudales y velocidades para la simulación de una tubería en pvc de 6" de diámetros en las siguientes figuras se encuentran los valores resumen de la simulación.

Figura 73 Tabla resumen de conexiones (nodos) en EPANET.

EPANET 2 - RED\_EMAPA 2.inp - [Tabla de Red - Nodos]

Archivo Editar Ver Proyecto Informe Extensiones Ventana Ayuda

ID Nudo	Cota m	Altura m	Presión m
Conexión n1	2672.597	2797.08	124.48
Conexión n2	2662.652	2793.84	131.19
Conexión n3	2659.87	2791.77	131.90
Conexión n4	2656.121	2733.35	77.23
Conexión n5	2635.0291	2712.33	77.30
Conexión n6	2627.616	2700.81	73.19
Conexión n7	2619.183	2694.39	75.21
Conexión n8	2603.91	2687.16	83.25
Conexión n9	2597.198	2675.75	78.55
Conexión n10	2581.509	2666.28	84.77
Conexión n11	2579.342	2658.19	78.85
Conexión n12	2570.906	2648.41	77.50
Conexión n13	2576.895	2627.18	50.29
Conexión n14	2577.276	2620.80	43.52
Conexión n15	2582.658	2611.05	28.40
Conexión n16	2590.176	2603.07	12.90
Conexión n17	2590.105	2600.00	9.89
Embalse 1	2800	2800.00	0.00
Depósito 2	2590	2600.00	10.00

Fuente. Autores



Figura 74 Tabla resumen de tuberías y accesorios en EPANET

EPANET 2 - RED\_EMAPA 2.inp - [Tabla de Red - Líneas]

Archivo Editar Ver Proyecto Informe Extensiones Ventana Ayuda

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km	Factor de Fricción
Tubería p2	55.36	150	150	61.38	3.47	58.42	0.014
Tubería p3	35.51	150	150	61.38	3.47	58.42	0.014
Tubería p5	359.8	150	150	61.38	3.47	58.42	0.014
Tubería p6	197.2	150	150	61.38	3.47	58.42	0.014
Tubería p7	109.9	150	150	61.38	3.47	58.42	0.014
Tubería p8	123.8	150	150	61.38	3.47	58.42	0.014
Tubería p9	195.3	150	150	61.38	3.47	58.42	0.014
Tubería p10	162.1	150	150	61.38	3.47	58.42	0.014
Tubería p11	138.4	150	150	61.38	3.47	58.42	0.014
Tubería p12	167.5	150	150	61.38	3.47	58.42	0.014
Tubería p13	363.3	150	150	61.38	3.47	58.42	0.014
Tubería p14	109.3	150	150	61.38	3.47	58.42	0.014
Tubería p15	166.8	150	150	61.38	3.47	58.42	0.014
Tubería p16	136.6	150	150	61.38	3.47	58.42	0.014
Tubería p17	52.6	150	150	61.38	3.47	58.42	0.014
Tubería P1	50	150	150	61.38	3.47	58.42	0.014
Tubería 3	1000	150	150	61.38	3.47	58.42	0.014
Válvula 2	No Disponible	150	No Disponible	61.38	3.47	0.00	0.000

Fuente. Autores

## 6.5 FASE 5. PRESUPUESTO Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

**6.5.1 Presupuesto del diseño.** El presupuesto se cuantifico teniendo en cuenta dos aspectos, el primero las cantidades de materiales para la construcción del tanque de almacenamiento en la vereda Panamá, esto como medida de mejoramiento del suministro del sistema de abastecimiento de agua para el poblado. El segundo aspecto abarca una estimación de costo de inversión por vivienda para la adecuación de filtros de arena lento, los cuales se construyen de manera artesanal, pero a su vez garantizan mejores condiciones de calidad del agua para el consumo humano.

A continuación, se describen los costos por cada componente.

Tabla 29 Presupuesto tanque de almacenamiento

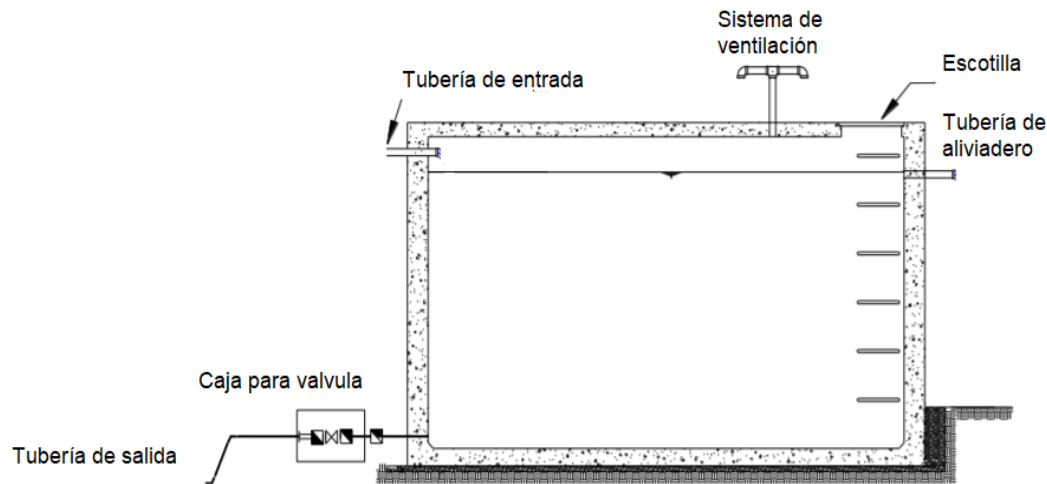
DESCRIPCION	U.M.	CANTIDAD	V/R UNIT.	V/R. TOTAL
<b>TANQUE DE ALMACENAMIENTO</b>				
<b>REFUERZO DE ACERO</b>				
Acero estandar de 1/2"	UN	42	\$ 13.500	\$ 567.000
Acero estandar de 3/8"	UN	110	\$ 13.500	\$ 1.485.000
Acero estandar de 5/8"	UN	64	\$ 13.500	\$ 864.000
Acero figurado 1/2" (Estribos )	UN	136	\$ 2.160	\$ 293.760
<b>CONCRETO 3000 PSI</b>				
Arena de rio	M3	6,61	\$ 48.126	\$ 318.113
Grava 1/2	M3	11,43	\$ 49.961	\$ 571.054
Agua	LT	2160	\$ -	\$ -
Cemento	BULTO	82	\$ 27.000	\$ 2.214.000
<b>CONCRETO 4000 PSI</b>				
Arena de rio	M3	15,73	\$ 25.000	\$ 393.250
Grava 1/2	M3	15,5	\$ 49.961	\$ 774.395
Agua	LT	4462	\$ -	\$ -
Cemento	BULTO	197,26	\$ 27.000	\$ 5.326.020
<b>MAMPOSTERIA</b>				
Cemento	KG	112,4	\$ 27.000	\$ 3.034.800
Ladrillo cocido (0,20*0,10*0,06)	UN	12954	\$ 450	\$ 5.829.469
Arena de peña	M3	14,72	\$ 75.000	\$ 1.104.000
Agua	LT	3120	\$ -	\$ -
<b>TUBERIA Y ACCESORIOS EN HD</b>				
Tuberia 2"	ML	1	\$ -	\$ -
Válvula de compuerta	UN	1	\$ 50.000	\$ 50.000
Bridas	M3	2	\$ 15.000	\$ 30.000
<b>Impermeabilizante</b>				
Sika 101 mortero plus x 50 kg	UN	6	\$ 140.420	\$ 842.520
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 23.697.380</b>

Fuente. Autores

**6.5.2 Especificaciones técnicas y recomendaciones.** Se realizo el dimensionamiento del tanque teniendo en cuenta los parámetros de diseño planteados por la norma. Las cantidades se materiales se basaron en los elementos que generalmente componen la construcción de este tipo de estructuras y teniendo en cuenta su funcionalidad, sin embargo, pueden presentarse modificaciones en el proceso constructivo, teniendo en cuenta variables adicionales tales como las condiciones geotécnicas del área y la adecuación del terreno para la ejecución del proyecto. Teniendo en cuenta que la ejecución del proceso constructivo se realizara por personal con poca experiencia en el sector de la construcción se realizó un manual explicativo de la metodología de construcción y el manejo adecuado de los materiales (véase el Anexo M).

En la siguiente figura se presenta el esquema en perfil del tanque de almacenamiento.

Figura 75 Detalle tanque de almacenamiento



Fuente. Autores.

En el esquema se presentan los componentes más representativos del sistema de almacenamiento, tales como el sistema de ventilación, la escotilla de entrada para labores de inspección y mantenimiento el sistema de salida. Durante la construcción de un tanque de mampostería, se deberá verificar que el nivel de la tubería de aliviadero, corresponda exactamente con el nivel de agua máxima de capacidad del tanque.

**6.5.3 Entrega de la propuesta de mejoramiento a la comunidad.** Una vez desarrollada toda la propuesta, se procedió a socializar el informe final del proyecto con los miembros de la comunidad barrio cagua primer sector y la vereda Panamá.

Se realizó un acta de reunión y una de entrega de informes, referentes al desarrollo del proyecto, memorias de cálculo, diseño de mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua, diseño y especificaciones técnicas para el tanque de almacenamiento.

Por motivo de la contingencia social, el acta de reunión se desarrolló en cada sector con dos de los representantes de cada una de las comunidades y la participación de tres miembros de la comunidad, con el fin de evidenciar la entrega a los líderes comunitarios.

Por último, se realizó una capacitación con los participantes de la reunión para dar a conocer los manuales de construcción de redes de acueducto y el manual de construcción de tanques, esto se hizo con el fin de presentar una transferencia del conocimiento, teniendo en cuenta los conocimientos técnicos y garantizando el aprendizaje para las personas que no dominan la temática (véase el Anexo N).

Figura 76 Socialización de los documentos de entrega



Fuente. Autores

## **7. CONCLUSIONES**

La interacción con miembros de estas comunidades fue una experiencia que nos generó un gran aporte a nivel personal y profesional, ya que nos llevó a reflexionar en los deberes que tenemos como ingenieros, los cuales no solo se limitan a plantear soluciones a partir de modelos teóricos y normativos, sino que también se debe evaluar la incidencia en el desarrollo social de la comunidad. El eje principal de nuestra profesión es aplicar el conocimiento en pro de mejorar la calidad de vida de los demás.

Mediante la investigación se identificaron las principales causas de la problemática social que presenta la población. Esto permitió elaborar un diagnóstico acertado y posteriormente presentar una alternativa de solución que al implementarla a mediano plazo puede reflejar mejoras en las condiciones de habitabilidad de los miembros del poblado.

En el ámbito técnico se elaboró un diagnóstico donde se identificaron las fallas más significativas del sistema de abastecimiento actual en el barrio cagua y la vereda Panamá. Teniendo en cuenta las limitaciones económicas y la condición legal en la que se encuentra la vereda se procedió a proponer mejoras en el sistema de distribución y almacenamiento optando por aplicar un cronograma de actividades lúdicas para recolección de fondos.

Los folletos pedagógicos fueron una herramienta principal para generar conciencia en la ciudadanía en cuanto el uso y aprovechamiento del recurso hídrico. A pesar de que la comunidad presenta hábitos adecuados en cuanto el ahorro de consumo de agua, desconocían los posibles efectos de consumir el agua sin ningún tratamiento previo, por lo cual se implementaron las capacitaciones y folletos, para transmitir a la comunidad esta información.

La necesidad de tener un sistema de abastecimiento de agua eficiente y que cumpla con los parámetros mínimos de calidad, es de vital importancia para mejorar las condiciones de salubridad de la comunidad, por lo cual se implementa esta propuesta de mejoramiento, donde no solo se incluyen especificaciones de los elementos del sistema de abastecimiento existente, sino que se adiciona el diseño de un tanque de mayor capacidad de almacenamiento donde se pretende realizar uno de los procesos de tratamiento y también se adiciona el diseño de filtros de construcción artesanal para implementar en cada una de las viviendas, con el fin de mejorar la calidad del agua para el consumo .

## 8. BILIOGRAFÍA

Diario El Tiempo. "El agua que no has de beber". {En línea}. {15 de marzo de 2020}. Disponible en: (<https://www.eltiempo.com/salud/como-es-la-calidad-del-agua-en-colombia-340578>).

Fundación para el progreso de la Región Capital PROBOGOTA. "Cómo crece Soacha". {En línea}. {15 de marzo de 2020}. Disponible en: (<http://probogota.org/municipios/soacha/>).

DANE. "¿Cómo vivimos?". {En línea}. {15 de marzo de 2020}. *Disponible en:* ([https://sitios.dane.gov.co/cnpv/#!/como\\_vivimos\\_prin](https://sitios.dane.gov.co/cnpv/#!/como_vivimos_prin)).

Semana sostenible. "La preocupante situación de las invasiones en Bogotá". {En línea}. {15 de marzo de 2020}. Disponible en: (<https://sostenibilidad.semana.com/impacto/articulo/invasiones-en-bogota-un-problema-preocupante-y-de-inseguridad/38603>).

Periodismo público. "Sed en el barrio Cagua de Soacha, hace un mes se agotó el agua potable". {En línea}. {15 de marzo de 2020}. Disponible en: (<https://periodismopublico.com/sed-en-el-barrio-cagua-de-soacha-hace-un-mes-se-agoto-el-agua-potable>).

Canal Capital. "Habitantes de la Vereda Panamá en Soacha sin agua por más de ocho años". {En línea}. {15 de marzo de 2020}. Disponible en: ([https://www.youtube.com/watch?v=Qn3\\_s8kL-Wo](https://www.youtube.com/watch?v=Qn3_s8kL-Wo)).

LÓPEZ CUALLA, Ricardo Alfredo. Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados. 2da edición. Bogotá. Escuela Colombiana de Ingeniería. 1995. 383p.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Guía-001 RAS. Definición del nivel de complejidad y evaluación de la población, la dotación y la demanda de agua. Bogotá. 2003. 67p.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Resolución 0330 del RAS. Bogotá. 2017, 182p.

Organización Mundial de la Salud. "Agua, saneamiento y salud (ASS)". {En línea}. {02 de abril de 2020}. Disponible en: ([https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/mdg1/es/](https://www.who.int/water_sanitation_health/mdg1/es/)).

CEBALLOS RAMOS, Olga Lucía. VEGA ROMERO, Román. FERNANDEZ JUAN, Amelia. MARTINEZ COLLANTES, Jorge. HERRERA, Ronald Ferney. LONDOÑO PALACIO, Olga Lucia. CHAPARRO BORJA, Paola. CAICEDO MEDINA, Julián Alberto. RINCON CASTELLANOS, Milena. GIRALDO VILLATE, Claudia Irene. La habitabilidad y salud en Colombia: Una propuesta metodológica para su análisis. Bogotá, 2014. 40p. Artículo. Universidad Nacional de Colombia.

Secretaria Distrital del Hábitat. "Habitabilidad". {En línea}. {02 de abril de 2020}. Disponible en: (<https://www.habitatbogota.gov.co/transparencia/informacion-interes/glosario/habitabilidad>).

TUASAÚDE. "Siete enfermedades causadas por beber agua contaminada y tratamiento". {En línea}. {02 de abril de 2020}. Disponible en: (<https://www.tuasaude.com/es/consecuencias-de-beber-agua-contaminada/>).

Business Connect. "Everything You Need To Know About A Water Filtration System Before Buying One". {En línea}. {15 de abril de 2020}. Disponible en: (<https://businessconnectworld.com/2018/06/13/water-filtration-system/>).

KOSHLAND SCIENCE MUSEUM. "Sistemas de filtración". {En línea}. {15 de abril de 2020}. Disponible en: (<https://www.koshland-science-museum.org/water/html/es/Treatment/Filtration-Systems.html>).

SOLIZ, Fernanda. MALDONADO, Adolfo. Guía de metodologías comunitarias participativas, Guía No. 5. Ecuador, 2012. 55p.

TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN SOCIAL. "La Investigación-Acción-Participativa (IAP)". {En línea}. {15 de abril de 2020}. Disponible en: (<https://sites.google.com/site/tecninvestigacionsocial/temas-y-contenidos/tema-5-las-tecnicas-dialecticas-iap-y-tecnicas-de-creatividad-social/la-investigacion-accion-participativa-iap>).

ARIAS GOMEZ, Jesús Arias. VILLASIS KEEVER, Miguel Ángel. MIRANDA NOVALES, María Guadalupe. El protocolo de investigación III: La población de estudio. {En línea}. {02 de abril de 2020}. Disponible en: ([https://www.researchgate.net/publication/322345752\\_El\\_protocolo\\_de\\_investigacion\\_III\\_la\\_poblacion\\_de\\_estudio](https://www.researchgate.net/publication/322345752_El_protocolo_de_investigacion_III_la_poblacion_de_estudio)).

MARTI, Joel. "La investigación - acción participativa. estructura y fases\*"). {En línea}. {15 de abril de 2020}. Disponible en: ([http://www.redcimas.org/wordpress/wp-content/uploads/2012/08/m\\_JMarti\\_IAPFASES.pdf](http://www.redcimas.org/wordpress/wp-content/uploads/2012/08/m_JMarti_IAPFASES.pdf)).

MONTOYA DOMÍNGUEZ, Estefanía. Los acueductos y sistemas de distribución de agua comunitario en el área rural de Bogotá y la gobernanza del agua en la ciudad.

Bogotá, 2006. 233p. Trabajo de grado (magister en medio ambiente y desarrollo). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de ciencias económicas.

SANDOVAL CHAPARRO, Misael y PARRADO ROZO, German. Optimización del sistema hidráulico del acueducto veredal del alto del ramo de municipio de Chipaque Cundinamarca. Bogotá, 2018, 106p. Trabajo de grado (optar al título de ingeniero civil). Universidad Católica de Colombia. Faculta de ingeniería civil.

JAIME ROA, Pedro. Diseño acueducto vereda el Retiro. Bogotá, 2008, 230p. Trabajo de grado. Universidad de la Salle. Facultad de ingeniería civil.

PURDE UNIVERSITY. Slow Sand Filters, Rural Portable Water Systems. {En línea}. {10 de abril de 2020}. Disponible en: ([https://engineering.purdue.edu/GEP/ShahLab/Projects/Project\\_List/slow-sand-filters](https://engineering.purdue.edu/GEP/ShahLab/Projects/Project_List/slow-sand-filters)).

CORTES FERNANDEZ. Pablo. La ciudad: La última frontera para la acción humanitaria. Una aproximación desde el caso de Altos de la Florida. Soacha, 2017, 62p.

PUENTES, Angela. Presión lateral de tierra. {En línea}. {18 de octubre de 2020}. Disponible en: ([https://www.academia.edu/25460153/PRESION\\_LATERAL\\_DE\\_TIERRA](https://www.academia.edu/25460153/PRESION_LATERAL_DE_TIERRA)).

LEONI, Augusto. Apunte de coeficiente de balasto. {En línea}. {18 de octubre de 2020}. Disponible en: (<http://materias.fi.uba.ar/7411/curso/teoria/balasto/leoni.pdf>).

OROZCO, Juan. RAMÍREZ, Maudy. Apuntes de clase enfocados a la ingeniería de cimentaciones. Universidad de la Salle. Colombia, 2020. 191p.

SUÁREZ, Jaime. Deslizamientos: Análisis geotécnico. Cap. 3. {En línea}. {18 de octubre de 2020}. Disponible en: ([www.erosion.com.co](http://www.erosion.com.co)).

DIRECCIÓN DE SALUD PÚBLICA. Análisis de situación de salud con el modelo de los determinantes sociales de salud. 2012. 140p. {En línea}. {25 de noviembre de 2020}. Disponible en: ([https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/ED/PSP/ASIS\\_Soacha\\_2013.pdf](https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/ED/PSP/ASIS_Soacha_2013.pdf)).

EL ESPECTADOR. "Soacha, una sola cantera". {En línea}. {27 de noviembre de 2020}. Disponible en: (<https://www.elespectador.com/noticias/bogota/soacha-una-sola-cantera/>).

GARCÍA, Juan. GARCÍA, Cesar. TORES, Camilo. Habitabilidad de la vivienda: Una perspectiva de salud. Bogotá. Universidad Nacional de Colombia. 2017.99 p.



# **ANEXOS**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
de Colombia

## BITÁCORA

### INFORMACION DEL PROYECTO

PROGRAMA: Ingeniería Civil  
NOMBRE DE PROYECTO: Propuesta para el abastecimiento de agua potable barrio Cagua primer sector y Vereda Panamá en el Municipio de Soacha  
MODALIDAD: Proyecto comunitario  
DIRECTOR: Ing. Felipe Santamaría  
ESTUDIANTES: Edison Santiago Rincón  
Viki Catalina Fonseca Jurado

### ACTIVIDAD

FECHA: 16/FEV/2020 SECTOR: Barrio Cagua Primer Sector  
TIPO DE ACTIVIDAD: Socialización del proyecto  
LIDER COMUNITARIO: Carmen Medina

### DESCRIPCIÓN GENERAL

El objetivo principal de la socialización fue informar a la comunidad del barrio Cagua primer sector el alcance del proyecto y conocer las expectativas que tienen frente al mismo, con el fin de poner en contexto la problemática que presentan en el sector y la necesidad de presentar una solución.

### REGISTRO FOTOGRAFICO



### FIRMAS

Lider de la Comunidad

Nombre: Carmen Medina  
C.C. 60323587

Estudiante 1

Nombre: Edison Santiago Rincón  
C.C. 1032415038

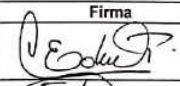
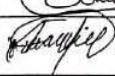
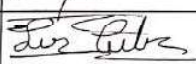


Estudiante 2

Nombre: Viki Catalina Fonseca Jurado  
C.C. 1.032.468.328

REGISTRO SOCIALIZACIÓN COMUNIDAD BARRIO CAGUA

Nombre y Apellidos	Identificación	Dirección residencial	Número telefónico	Correo electrónico	Firma
Sara P. Neco Leon	39.672.945	camera 9 #23b28.	321.314.5055	Sara.Neco.leon@gmail.com	Sara Neco
Angelica Galan	52853230	c/1226 #15-12	3115532652		Angel G
José Borrero	19098632	ca/1629 #22.06	3213956448		José B
Rafael Antonio	2300039	cubellerica	3102280683		Rafael A
Patricia Muñoz	35.394.443	Tv. Oeste #13-77	8214065		Patricia M
Carlota Forero	39663648	KRISN15-70	3124112366		Carlota Forero
Javier Murcia	79217373	KRISN15-70	3166942845		Javier Murcia
Ana Rita Gonzalez	65737599	ca/15ces/22.40	3184265190		Ana Rita G
Genelia Castaño	24863944		3138662774		Genelia C.
Sara Forero	41370592	cam 15 #12.10	3157442240		Sara Forero
Alga Gaslino	27896063	K15CN22-66	3115235277		Alga G
Rolando Alonso Alonso Forero	1073697782	cr 15 #15-70 484	319-614-3870	alonso.un.66@gmail.com	Rolando Alonso Forero
Grovermy Blanco	79728.701	cr 15 #15 #22-31	3183355431		Grovermy B

REGISTRO SOCIALIZACIÓN COMUNIDAD BARRIO CAGUA

Nombre y Apellidos	Identificación	Dirección residencial	Número telefónico	Correo electrónico	Firma
Carlos Pamplona	79.642.145	Calle 23 # 15-48	3188659454		
Rafael Maldonado	79289533	Calle 22 # 16-48	3134338433		
Fron Garcia	79216958	Calle 15 # 15-48	3107292238		
Diana Garcia	53.891928	Csa 17 # 22-48	3102888718	diana-garcia96@hotmail.com	
Miguel A. Ordaz	308-339	Calle 15 # 15-39	3115081912		





UNIVERSIDAD CATÓLICA  
de Colombia

BITÁCORA

<b>PROGRAMA:</b>		<b>INFORMACION DEL PROYECTO</b>	
		Ingeniería Civil	
<b>NOMBRE DE PROYECTO:</b>		Propuesta para el abastecimiento de agua potable barrio Cagua primer sector y Vereda Panamá en el Municipio de Soacha	
<b>MODALIDAD:</b>		Cundinamarca	
<b>DIRECTOR:</b>		Proyecto comunitario	
<b>ESTUDIANTES:</b>		Ing. Felipe Santamaría	
		Edisson Santiago Rincón	
		Viki Catalina Fonseca Jurado	
<b>FECHA:</b>		<b>ACTIVIDAD</b>	
15 FEB/2020		SECTOR: Barrio Pechas Blancas - Vereda Panamá	
<b>TIPO DE ACTIVIDAD:</b>		Socialización del proyecto	
<b>LIDER COMUNITARIO:</b>			

**DESCRIPCIÓN GENERAL**

Realizar socialización del objeto del proyecto, recopilar información acerca de las heresidades que presentan en la comunidad en cuanto al abastecimiento de agua potable, gestión de residuos sólidos y manejo de aguas residuales. Se hace entrega de la presentación del proyecto junto con las folletas de aprovechamiento de agua y riesgo de enfermedades para ser socializados con los demás miembros de la comunidad.

**REGISTRO FOTOGRAFICO**



**FIRMAS**

Lider de la Comunidad

*Comaira Socarras*  
Nombre:  
C.C. 92779087

Estudiante 1

*Edisson Santiago Rincón*  
Nombre:  
C.C. Santiago Rincón  
1032215038

Estudiante 2

*Viki Catalina Fonseca Jurado*  
Nombre:  
C.C. 1032468328

# PROYECTO PARA LA PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE BARRIO CAGUA PRIMER SECTOR Y VEREDA PANAMÁ MUNICIPIO DE SOACHA

## ¿En que consiste?

Generar una propuesta para el mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable para las comunidades del barrio Cagua primer sector y vereda Panamá. En el proyecto se realizará un estudio sobre las condiciones de la zona y la problemática que se presenta actualmente por la escasez y calidad del líquido vital.

## ¿Cuál es su objetivo?

Mejorar la calidad de vida de las comunidades e incentivar conciencia sobre el uso racional del agua en el sector.

## ¿En que se basan los enfoques del proyecto?

### **Enfoque Social**

- ❖ Riesgos asociados por consumo de agua No tratada.
- ❖ Condiciones de habitabilidad de las comunidades.
- ❖ Problemática por escasez de agua potable.
- ❖ Uso y cuidado del agua.
- ❖ Planes de mejoramiento del sector.
- ❖ Características de la población.

### **Enfoque Técnico**

- ❖ Capacidad del recurso hídrico.
- ❖ Factores que influyen en la calidad del agua.
- ❖ Sistema de almacenamiento y red de distribución.
- ❖ Especificaciones de diseño,
- ❖ Normatividad vigente.

## ¿Cuáles son las etapas de la metodología de trabajo?

1. Recolección de información sobre las comunidades y el sistema de abastecimiento actual.
2. Diagnóstico de la problemática.
3. Elaboración de la propuesta de mejoramiento.

# ACTIVIDADES DEL ENFOQUE SOCIAL



Socializar a las comunidades el objeto y alcance del proyecto.



Realizar encuestas para evaluar las condiciones de habitabilidad de las comunidades y la influencia del proyecto en sus hogares.



Elaborar manual sobre los hábitos que se deben tener en cuenta para el correcto aprovechamiento del agua.



Elaborar documento informativo sobre los riesgos asociados al consumo de agua No tratada.



Generar diagnóstico de los factores que influyen en la problemática.



Brindar asesoría técnica a los representantes de la comunidad sobre actividades relacionadas al mejoramiento de la zona.

# ACTIVIDADES DEL ENFOQUE TECNICO



Identificar las características de la(s) fuente(s) hídrica(s) y el sistema de captación.



Estimar la población y el consumo de agua con la información de cada vivienda.



Evaluar el estado actual de los tanques de almacenamiento y la red de distribución..



Efectuar ensayos de laboratorio para establecer la calidad del agua.



Elaborar la propuesta para el mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable.

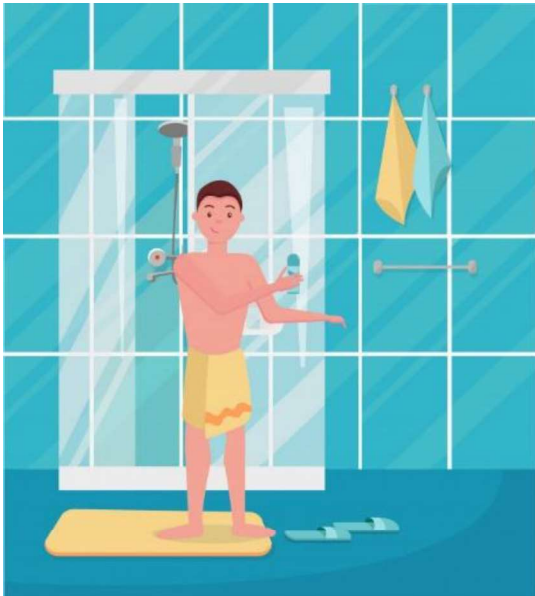


## Aprovechamiento de agua en los hogares

El agua en una es uno de los recursos naturales más importantes para el ser humano, los seres vivos y el medio ambiente, sin ella no es posible la vida en el planeta tierra. Es un deber y una responsabilidad de cada uno de nosotros velar por la conservación de los recursos hídricos, así mismo, implementar medidas para el uso racional en beneficio propio y en comunidad.

### ¿Cómo podemos hacer un uso eficiente del agua?

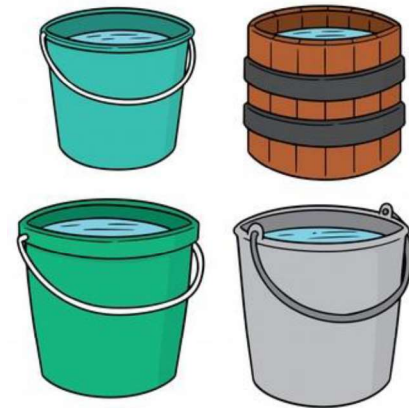
**1.** Cierra la llave de la ducha cuando te estés enjabonando, recoge el agua fría cuando te bañas con agua caliente y dúchate en poco tiempo.



**2.** Cierra la llave del lavamanos cuando te laves los dientes o te afeites, utiliza un vaso para facilitar la limpieza.



**3.** Usa regaderas y baldes en vez de mangueras.



**4.** Acumula la mayor cantidad de ropa sucia para lavar y utiliza el agua de la lavadora para la limpieza del hogar.



**5.** Procura mandar a lavar tu vehículo en un sitio destinado para tal fin, en lo posible no realizarlo en casa, ya que puedes desperdiciar una gran cantidad de agua.



**6.** Llena con agua el recipiente donde vas a lavar tus alimentos, evita hacerlo bajo la llave abierta.



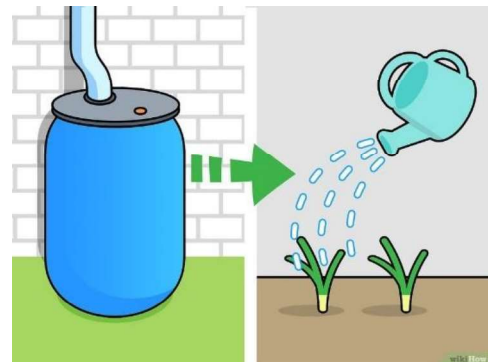
**7.** Revisa que no haya goteras en sanitarios, griferías y tuberías, si las hay, realiza pronto el mantenimiento respectivo para evitar aumentos en el consumo.



**8.** No botes basura al inodoro, podrías ocasionar atascos en las tuberías y aumentar el consumo de agua, ya que se requiere una mayor cantidad para empujar los residuos.



**9.** Recolecta el agua lluvia en baldes o tanques de almacenamiento, la podrás utilizar para la limpieza de tu hogar, descargar los inodoros y regar tus plantas.



**10.** Evita el vertimiento de residuos y/o detergentes en desagües y alcantarillas, con esto contribuyes a la descontaminación de las fuentes hídricas.



# Enfermedades asociadas al consumo de agua No tratada

El consumo de agua No trata puede perjudicar la salud, las enfermedades son causadas por microorganismos y/o sustancias químicas presentes en las fuentes hídricas, las bacterias se propagan con mayor facilidad en medios acuáticos, como lo son ríos y lagos contaminados; sin embargo, se ha comprobado que las aguas cristalinas también son susceptibles a contaminación por algún tipo de bacteria.

Las enfermedades asociadas al consumo de agua pueden transmitirse a través de la ingesta del líquido, por contacto directo con agua de alcantarillados, o mediante el consumo de alimentos que fueron lavados y cocinados con agua contaminada.

## 1. Hepatitis A

Es una enfermedad que afecta directamente el hígado, en algunos casos puede ser letal si no se trata a tiempo. Se contagia a través del consumo de agua contaminada por microorganismos de origen intestinal.



## Síntomas

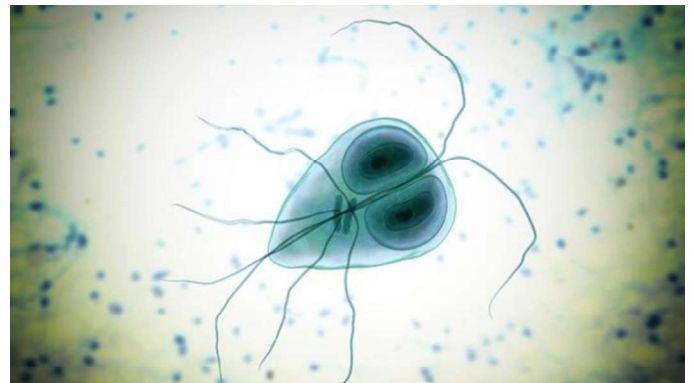
Orina oscura, heces claras, color amarillento en la piel y en la parte blanca de los ojos, fiebre, escalofríos, sensación de debilidad, náuseas, pérdida de apetito y fatiga.

## Tratamiento

Medicación para controlar síntomas de fiebre y dolor, reposo y buena hidratación.

## 2. Giardiasis

Es una enfermedad infecciosa causada por el parásito *Giardia intestinalis*, ataca el sistema digestivo. Se contagia mediante la ingesta de alimentos o agua contaminada por el parásito.



## Síntomas

Dolor abdominal, diarrea, fiebre, náuseas, debilidad o pérdida de peso.

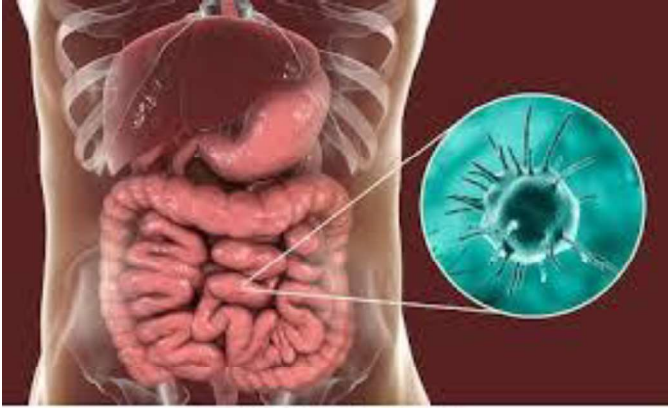
## Tratamiento

Medicamentos para tratar los parásitos, consumo de líquidos durante todo el día para evitar la deshidratación.

## 3. Amebiasis

Afecta el tracto intestinal e impide la absorción de nutrientes en el organismo. La infección la causa el protozoo *Entamoeba histolytica*, se encuentra en

alimentos o agua contaminada por el microorganismo.



### Síntomas

Dolor abdominal, diarrea, fiebre y escalofríos. En algunos casos, las heces pueden contener sangre, moco o pus. En casos más graves, la enfermedad puede desarrollar la forma invasiva, en la que se infectan otros órganos como el hígado, el tracto respiratorio, e incluso, el cerebro.

### Tratamiento

Medicamentos para tratar los parásitos.

## 4. Fiebre tifoidea

Enfermedad infecciosa que afecta el sistema digestivo, es causada por la bacteria *Salmonella typhi*, se transmite por la ingesta de alimentos o agua contaminada con la bacteria.



### Síntomas

Fiebre alta, vómito, dolor abdominal, estreñimiento, diarrea, dolor de cabeza,

pérdida de apetito, pérdida de peso o manchas rojas en la piel.

### Tratamiento

Uso de antibióticos, reposo y buena hidratación. La enfermedad puede prevenirse con la vacuna contra la fiebre tifoidea.

## 5. Cólera

Enfermedad infecciosa aguda que afecta el tracto intestinal, es causada por la bacteria *Vibrio Cholerae*. Se transmite por el consumo de alimentos o agua contaminada con la bacteria.



### Síntomas

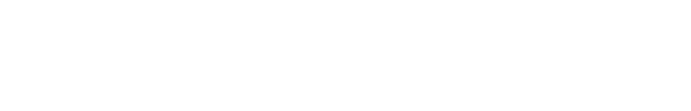
Diarrea intensa y vómitos, que pueden conducir a la deshidratación severa.

### Tratamiento

Uso de antibióticos recetados por un médico, solución oral e intravenosa para tratar la deshidratación.

## 6. Ascariasis

Enfermedad que afecta el tracto intestinal, es causada por el parásito *Ascaris Lumbricoide*. Se transmite por el consumo de alimentos o agua contaminada con los huevos del parásito.







## Síntomas

Dolor abdominal, mareos o dificultad para evacuar.

## Tratamiento

Uso de antiparasitarios recetados por un médico.

## 7. Leptospirosis

Es una infección causada por la bacteria leptospira, se encuentra presente en la orina de las ratas y de otros animales infectados como perros y gatos. El contagio se genera a través de heridas en la piel o por el contacto de aguas contaminadas con los ojos, nariz o saliva.



## Síntomas

Fiebre alta, dolor de cabeza, dolor en el cuerpo, pérdida de apetito, vómito, diarrea o escalofríos.

## Tratamiento

Uso de antibióticos y medicamentos para tratar la fiebre y el dolor, los cuales deben ser recetados por un médico.

## ¿Cómo evitar el contagio?

Evitar el consumo de agua si se desconoce su origen, se debe verificar que el líquido no presente alteraciones físicas, ni de sabor y olor. Tener precaución con el lavado y cocción de los alimentos, ya que es uno de las principales fuentes de infección.

## ¿Cómo identificar el agua contaminada?

1. Lo primero que se debe hacer es observar su aspecto, es necesario revisar que el agua no contenga partículas de suciedad flotando sobre la superficie e identificar turbiedad y cambios de coloración.



2. El agua potable no debe tener olor, si se presenta alguno, puede ser ocasionado por la presencia de productos químicos, materia orgánica en descomposición, plancton o bacterias.



3. Enfermedades gastrointestinales sin explicación alguna en cualquiera de los miembros que beba agua de las griferías.



## ¿Cómo purificar el agua en los hogares?

1. Colocar de 2 a 4 gotas de hipoclorito de sodio (cloro) por cada litro de agua, esperar 30 minutos para poder consumirla.



2. Dejar hervir el agua de 15 a 30 min.



3. Implementar filtros de carbón activado.



# Gestión de residuos sólidos

Es el conjunto de aspectos relacionados a la generación , separación y tratamiento de los residuos sólidos, así como su recolección, transporte, tratamiento y disposición final.

## ¿Cómo se clasifican los residuos?

### Ordinarios



Generados durante la rutina diario en hogares, escuelas, oficinas u hospitales.

### Biodegradables



Se caracterizan por poder desintegrarse o degradarse de forma rápida (Alimentos).

### Inertes



Tardan bastante tiempo en descomponerse

### Reciclables



Son aquellos que pueden ser utilizados nuevamente. Entre estos encontramos vidrios, telas, algunas clases de plásticos o papeles.

### Peligrosos



Desechos que ponen en riesgo la salud de las personas o que pueden causar un daño al medio ambiente.

## ¿Cómo separar los residuos?



Papel escrito, impreso y roto, que no contenga clips ni ganchos metálicos. No debe estar sucio con otros materiales como grasa, sustancias, alimentos u otras mezclas diferentes que lo contaminen.



Residuos ordinarios, es decir, que no se pueden reciclar. Papel higiénico, de cocina, celofán, pañuelos, toallas higiénicas, servilletas utilizadas, plastificados, metalizados, icopor, chicles y residuos de barridos.



Envases de bebidas no retornables, vasos desechables, bolsas plásticas, demás recipientes plásticos y que estén vacíos.

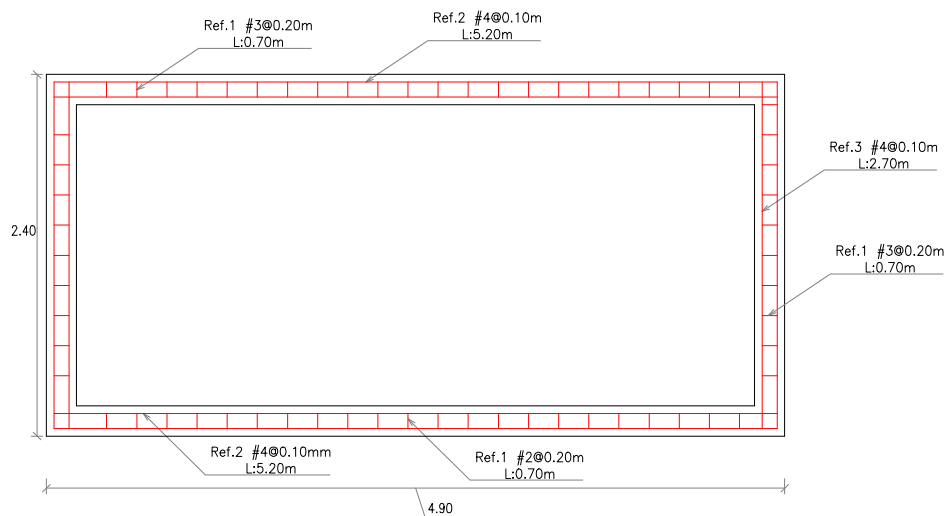


Se deposita residuos orgánicos o inorgánicos, corrosivos, tóxicos o inflamables.






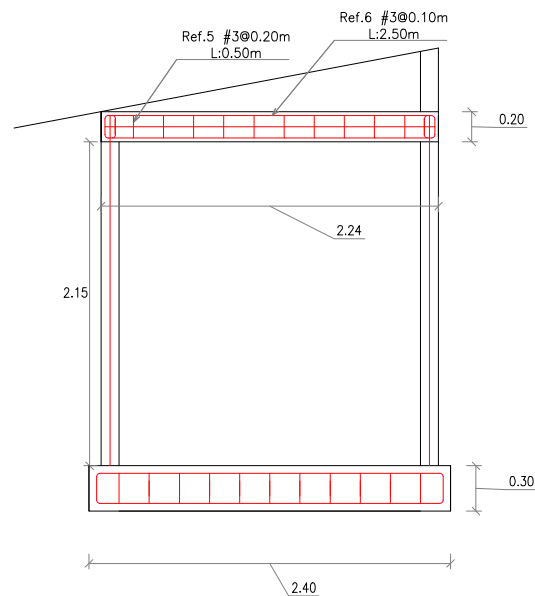
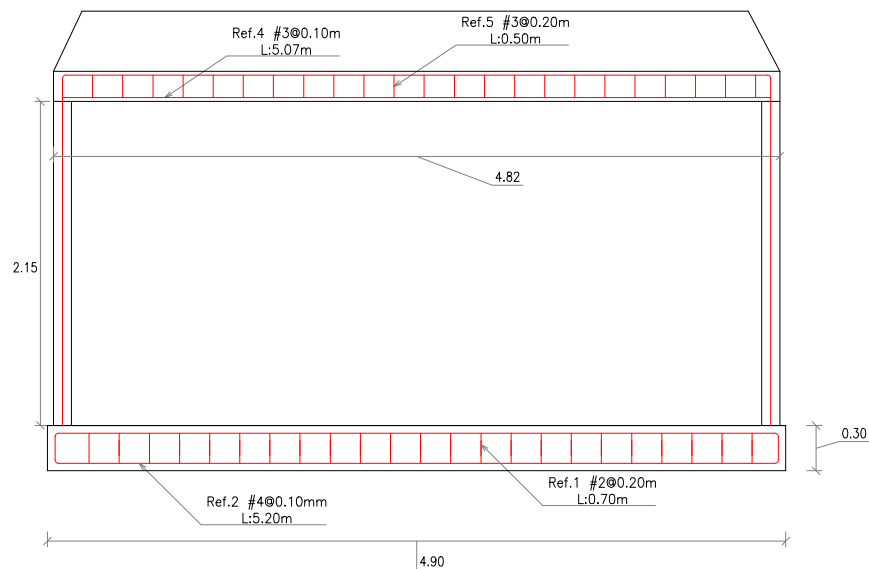
Separar en la fuente los diferentes **residuos sólidos** que se generan a diario, es un acto responsable con la humanidad y con el planeta.

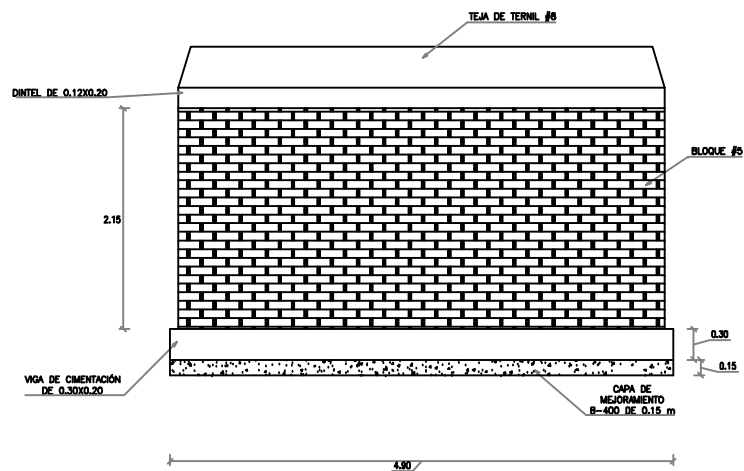
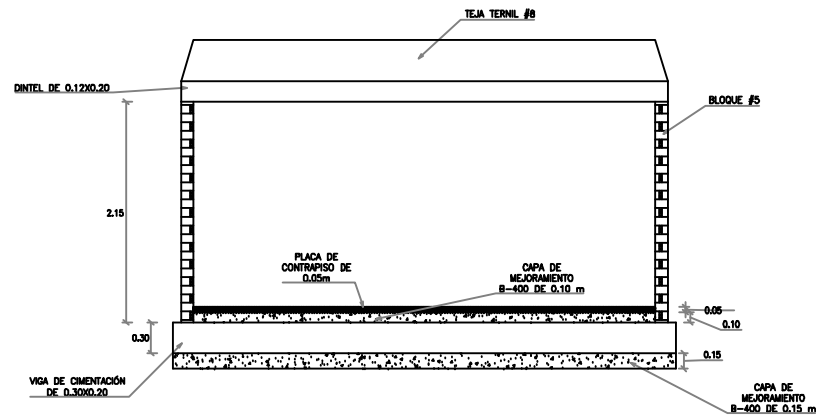




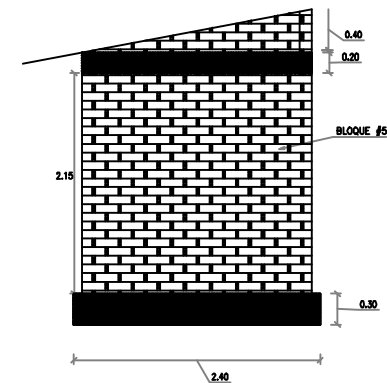
DETALLE ACERO DE REFUERZO  
Escala 1:50

TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3	TIPO 4	TIPO 5	TIPO 6				
									
REFUERZO VIGAS Y DINTEL									
CANTIDAD Y PESO POR ESTRUCTURA									
REFERENCIA	TIPO	# BARRA	DIAMETRO	No. REQ	LONGITUD DE CORTE (m)	DIMENSIONES PARCIALES			
						A	B	C	D
①	1	3	3/8"	75	0.70	0.20	0.10	0.05	
②	2	4	1/2"	8	5.20	4.80		0.20	
③	2	4	1/2"	8	2.70	2.30		0.20	
④	2	3	3/8"	8	5.07	4.77		0.15	
⑤	1	3	3/8"	75	0.50	0.15	0.05	0.05	
⑥	2	3	3/8"	8	2.70	2.20		0.15	
⑦	3	3	3/8"	16	2.28	2.28			





CUADRO RESUMEN CANTIDADES			
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	OBSERVACIONES
flejes 10x20	un.	60	refuerzo vigas de cimentación ; 7 varillas de 6m #3
flejes 0.05x10	un.	60	refuerzo dintel ; 5 varillas de 6m #3
mixto	m3	2	
cemento	un.	13	
concre-malla 15x18 (4mm)	m2	14	
bloque # 5	un.	450	bloque de perforación vertical
arena de peña	m3	1	
teja tipo ternil # 8	un.	6	
perfil 4x8 calibre #8	un.	4	
varilla # 4	un.	12	varillas de 6m de longitud
varilla # 3	un.	18	varillas de 6m de longitud





UNIVERSIDAD CATÓLICA  
de Colombia

## BITÁCORA

### INFORMACION DEL PROYECTO

PROGRAMA: Ingeniería Civil  
NOMBRE DE PROYECTO: Propuesta para el abastecimiento de agua potable barrio Cagua primer sector y Vereda Panamá en el Municipio de Soacha Cundinamarca  
MODALIDAD: Proyecto comunitario  
DIRECTOR: Ing. Felipe Santamaría  
ESTUDIANTES: Edison Santiago Rincón  
Viki Catalina Fonseca Jurado

### ACTIVIDAD

FECHA: 16/FEB/2020 SECTOR: Barrio Cagua Primer Sector  
TIPO DE ACTIVIDAD: Socialización del proyecto  
LIDER COMUNITARIO: Carmen Medina

### DESCRIPCIÓN GENERAL

El objetivo principal de la socialización fue informar a la comunidad del barrio Cagua primer sector el alcance del proyecto y conocer las expectativas que tienen frente al mismo, con el fin de poner en contexto la problemática que presentan en el sector y la necesidad de presentar una solución.

### REGISTRO FOTOGRÁFICO



FIRMAS

Lider de la Comunidad

Nombre: Carmen Medina  
C.C. 60325567

Estudiante 1

Nombre: Edison Santiago Rincón  
C.C. 1032415038

Estudiante 2

Nombre: Viki Catalina Fonseca J.  
C.C. 1.032.468.328

**CUESTIONARIO #2: Desarrollo socioeconómico como herramienta para mejorar la calidad de vida**

Nombre \_\_\_\_\_ Edad \_\_\_\_\_  
Sector \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

Marque con una X su respuesta

1. ¿En su vivienda se realiza algún tipo de trabajo o negocio que genere ingresos económicos ?

- a. ☐ Sí  
b. ☐ No

2. ¿Qué tipo de negocio ofrece su vivienda ?

- a. ☐ Servicios  
b. ☐ Manufactura  
c. ☐ Alimentos  
d. ☐ No aplica  
otro:  
¿Cuál(es)? \_\_\_\_\_

3. ¿Cuáles son sus ingresos mensuales ?

- a. ☐ Menos del 12% de un salario mínimo legal vigente  
b. ☐ Entre el 12% y 25% de un salario mínimo legal vigente  
c. ☐ Entre el 25% y el 50% de un salario mínimo legal vigente  
d. ☐ Entre el 50% y 80% de un salario mínimo legal vigente  
e. ☐ Un salario mínimo legal vigente  
f. ☐ Más de un salario mínimo legal vigente

4. Mensualmente ¿Cuántos son sus gastos?

- a. ☐ Menos del 25% de un salario mínimo legal vigente  
b. ☐ Entre el 25% y el 50% de un salario mínimo legal vigente  
c. ☐ Entre el 50% y 80% de un salario mínimo legal vigente  
d. ☐ Más del 80% de un salario mínimo legal vigente

5. ¿Qué tipo de organización comunitaria existe en su barrio? (marcar las opciones que conozca).

- a. ☐ Madres comunitarias  
b. ☐ Clubes juveniles  
c. ☐ Grupos afrodescendientes  
d. ☐ Junta de acción comunal  
e. ☐ Grupos de adultos mayores  
f. ☐ No conoce ninguna  
otro:  
¿Cuál(es)? \_\_\_\_\_

6. ¿Le gustaría formar parte de una organización para trabajar en pro de la mejora de su sector?

- a. ☐ Sí  
b. ☐ No  
c. ☐ No sabe/ no responde

7. ¿Considera que las organizaciones comunitarias son importantes y necesarias para mejorar la zona donde usted vive?

- a. ☐ Sí  
b. ☐ No  
c. ☐ No sabe/ no responde

8. Si ha participado en una o varias organizaciones comunitarias ¿Cómo califica su experiencia ?

- a. ☐ Buena  
b. ☐ Mala  
c. ☐ No sabe/ no responde

9. Si usted conoce una o varias organizaciones comunitarias ¿por qué no participa en alguna?

- a. ☐ Le queda lejos  
b. ☐ No le queda tiempo  
c. ☐ Le da pereza  
d. ☐ No le gusta  
e. ☐ Si participa  
otro:  
¿Cuál(es)? \_\_\_\_\_

10. ¿Cómo resuelven usualmente los problemas en su comunidad?(marque solo una opción).

- a. ☐ Diálogo entre los miembros  
b. ☐ A través de líderes  
c. ☐ Consenso  
d. ☐ Violencia  
e. ☐ Con demandas legales  
otro:  
¿Cuál(es)? \_\_\_\_\_



UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA

CUESTIONARIO #1 : El agua como recurso vital para la calidad de vida

Nombre \_\_\_\_\_

Edad \_\_\_\_\_

Sector \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_

Marque con una X su respuesta

1. ¿Qué servicios básicos a nivel domiciliario tiene la vivienda?

- |                       |                   |
|-----------------------|-------------------|
| a. Energía eléctrica: | Sí _____ No _____ |
| b. Gas con contador   | Sí _____ No _____ |
| c. Acueducto:         | Sí _____ No _____ |
| d. Alcantarillado:    | Sí _____ No _____ |
| e. Aseo:              | Sí _____ No _____ |

2. ¿Qué servicios tienen tarifa formal en la vivienda ?

- |                       |                   |
|-----------------------|-------------------|
| a. Energía eléctrica: | Sí _____ No _____ |
| b. Gas por tubería    | Sí _____ No _____ |
| c. Acueducto:         | Sí _____ No _____ |
| d. Alcantarillado:    | Sí _____ No _____ |
| e. Aseo:              | Sí _____ No _____ |

3. ¿Cuál es su fuente predominante de abastecimiento de agua para el consumo? (puede señalar varias opciones ).

- a. \_\_\_ Acueducto  
b. \_\_\_ Acueducto comunal o veredal  
c. \_\_\_ Pozo con bomba o aljibe  
d. \_\_\_ Laguna o pozo  
e. \_\_\_ Rio quebrada o manantial  
f. \_\_\_ Carro tanque  
g. \_\_\_ Agua embotellada  
otro: \_\_\_\_\_  
¿Cuál(es)? \_\_\_\_\_

4. ¿Con qué regularidad llega el agua a su vivienda ?

- a. \_\_\_ permanentemente, 24 horas al día  
b. \_\_\_ Horario establecido( horas, días, semanas )  
Especifique \_\_\_\_\_

**5.** Cuando usted capta o utiliza el agua para el consumo, esta viene:

- a. ☐ Sucia
- b. ☐ Limpia
- c. ☐ No sabe/ no responde

**6.** ¿ por cuál red de abastecimiento llega el agua a la vivienda?

- a. ☐ Tubos
- b. ☐ Mangueras
- otro: \_\_\_\_\_
- ¿Cuál(es)? \_\_\_\_\_

**7.** ¿En dónde almacena el agua para consumo humano en su vivienda? (puede señalar varias opciones ).

- a. ☐ Recipiente o tanque con tapa
- b. ☐ Recipiente o tanque sin tapa
- c. ☐ Lavadero
- d. ☐ Canecas
- e. ☐ Ollas
- f. ☐ Galones
- g. ☐ Botellas
- h. ☐ No almacena
- otro: \_\_\_\_\_
- ¿Cuál(es)? \_\_\_\_\_

**8.** En caso de usar tanque o recipientes ¿ cada cuánto los lava?

- a. ☐ Todos los días
- b. ☐ Quincenal
- c. ☐ Mensual
- d. ☐ Semestral
- e. ☐ Anual
- f. ☐ No lo lava
- g. ☐ No aplica

**9.** ¿En dónde está ubicado el tanque o recipiente donde almacena el agua para el consumo humano?

- a. ☐ Interior de la vivienda
- b. ☐ Exterior de la vivienda bajo techo
- c. ☐ Exterior de la vivienda sin techo
- otro: \_\_\_\_\_
- ¿Cuál(es)? \_\_\_\_\_

**10.** ¿En qué condiciones se encuentra el tanque o recipientes utilizados para el almacenar el agua para consumo?

- a. \_\_\_ Buenas
- b. \_\_\_ Aceptables
- c. \_\_\_ Deficientes

**11.** ¿Qué hace con el agua antes de consumirla? (señale una sola opción, la más predominante).

- a. \_\_\_ Se consume directamente de la llave
- b. \_\_\_ Se hierve previamente
- c. \_\_\_ Se filtra
- d. \_\_\_ Se le aplica cloro
- e. \_\_\_ Se deja en reposo

otro:

¿Cuál(es)? \_\_\_\_\_

**12.** ¿usted y su núcleo familiar se encuentra afiliado a algún sistema de salud?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

**13.** ¿usted o a algún miembro de su familia cercana, presenta con frecuencia alguna de las siguientes enfermedades? (puede elegir más de una).

- a. \_\_\_ Fiebre
- b. \_\_\_ Diarrea
- c. \_\_\_ Musculares
- d. \_\_\_ Respiratorias
- e. \_\_\_ Dermatológicas

otro:

¿Cuál(es)? \_\_\_\_\_

**13.** en su vivienda o en áreas cercanas hay presencia de ( puede señalar varias opciones ):

- a. \_\_\_ Mosquitos
- b. \_\_\_ Moscas
- c. \_\_\_ Perros
- d. \_\_\_ Gatos
- e. \_\_\_ Aves de engorde
- f. \_\_\_ Ratras o ratones

otro:

¿Cuál(es)? \_\_\_\_\_





INFORMACION DEL PROYECTO

PROGRAMA:	Ingeniería Civil
NOMBRE DE PROYECTO:	Propuesta para el abastecimiento de agua potable barrio Cagua primer sector y Vereda Panamá en el Municipio de Soacha Cundinamarca
MODALIDAD:	Proyecto comunitario
DIRECTOR:	Ing. Felipe Santamaría
ESTUDIANTES:	Edisson Santiago Rincón Viki Catalina Fonseca Jurado

ACTIVIDAD

FECHA:	26 febrero - 2020	SECTOR:	Vereda Panamá
TIPO DE ACTIVIDAD:	Ubicación de tanques de almacenamiento y caracterización del sistema de abastecimiento		
LIDER COMUNITARIO:	Luis Vera Betancourt, Giovanni Baleno		

DESCRIPCIÓN GENERAL

Caracterización general del sistema de abastecimiento; posicionamiento de tanques de almacenamiento y verificación de condiciones del terreno destinado para la construcción del nuevo tanque

REGISTRO FOTOGRÁFICO



FIRMAS

Lider de la Comunidad

Luis Corrales  
Nombre:  
C.C. 10167133

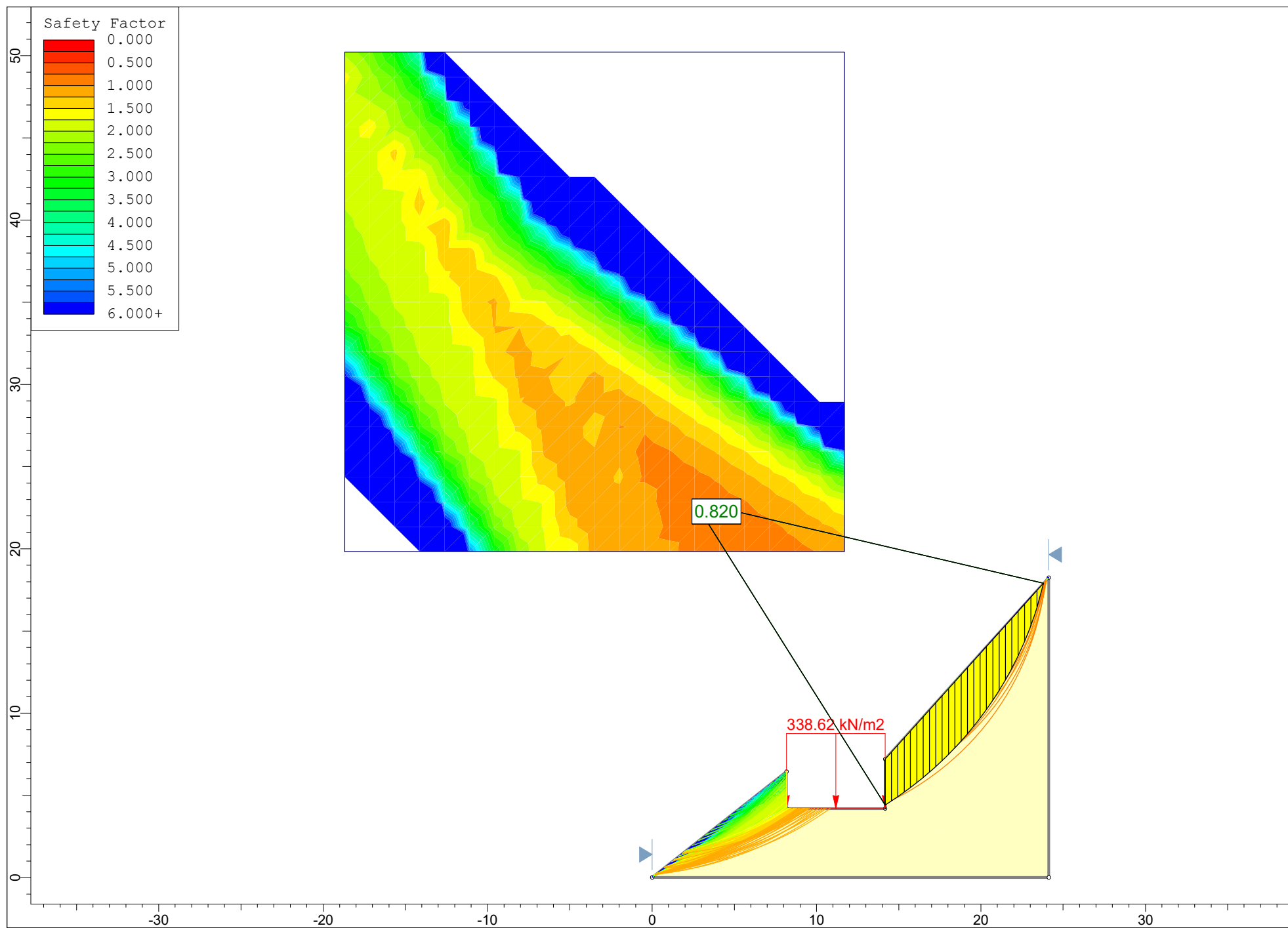
Estudiante 1

Edisson Santiago Rincón  
Nombre: Edisson Santiago Rincón  
C.C. 1032415038

Estudiante 2

Viki Catalina Fonseca Jurado  
Nombre: Viki Catalina Fonseca Jurado  
C.C. 1032468328





# MANUAL DE CONSTRUCCION DE TANQUES

## INTRODUCCIÓN

Esta cartilla se presentan consideraciones y requerimientos para la construcción de tanques de almacenamiento de agua. implementa la metodología para los procesos constructivos, acondicionamiento de las áreas de trabajo y optimización de los recursos disponibles para las actividades a realizar .



## CONTENIDO

Recomendaciones.....	1
Verificación de los	
materiales.....	5
Actividades para la construcción de tanques.....	12
Mejoramiento del terreno .....	14
Mezcla de concreto.....	19
Procedimiento armado de acero de refuerzo.....	26
Procedimiento de fundida de placa muros y techo.....	33
Recomendaciones .....	40

## RECOMENDACIONES

- Siga cada una de las especificaciones del manual .
- En el momento de comprar los materiales tenga presente lugares acreditados.
- En el momento de la construcción o ensayos convoque al máximo personal que pueda para que se capacite y tenga conocimiento de que hacer al momento de la construcción.
- Tenga presente que de un buen trabajo en equipo se llevan a cabo excelentes proyectos.

## VERIFICACIÓN DE MATERIALES

## CEMENTO

- Verificar que el cemento no esté vencido.
- Revisar que el cemento no presente grumos.
- Verificar que el empaque no presente



## ARENA



- Verifica que esté libre de materia orgánica (raíces, tallos, excrementos, etc.), polvo o sales.
- La arena debe estar seca antes de su uso.
- Comprar arena de río, ya que es la que se utiliza para la preparación del concreto.
- Tener en cuenta la cantidad requerida para la preparación del concreto.



5

## AGUA



- El agua no debe estar mezclada con ningún otro tipo de sustancia o material, para que no afecte las propiedades de la mezcla.



6

## VARILLAS



- Para facilidad de transporte se recomienda comprar varilla de 6 metros de longitud.
- Comprueba que el grosor de las varillas corresponda con el diámetro que se requiere.
- Adecuar un lugar para el almacenamiento de las varillas.



## ALAMBRE DULCE



- Tener en cuenta el calibre del alambre para garantizar manejabilidad del material.
- Se debe almacenar en lugares techados y protegidos del medio ambiente.
- Tener en cuenta que la cantidad de alambre será el 5% de la cantidad de acero requerida, esto para evitar sobre costos.



## GRAVA



- Adecuar un lugar de acopio para el almacenamiento de la grava lejos de agentes contaminantes
- Verifica que esté libre de materia orgánica (raíces, tallos, excrementos, etc.), polvo.
- Textura preferentemente rugosa.
- Formas de las rocas de diferentes tamaños.



## ACTIVIDADES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE TANQUES

## DESCRIPCIÓN.

- Localización trazado y replanteo.
- Excavación mecánica y manual ( caja para el tanque y nivelación de terreno)
- Cargue, retiro y disposición del material.
- mejoramiento de subrasante( mejoramiento con material del área donde reposa la estructura del tanque y aplicación de concreto de limpieza).
- armado del acero de refuerzo (placa y muros )
- fundida de placa y muros en concreto 4000 psi

## EJECUCIÓN

- Para determinar el nivel base, se deben tener en cuenta las consideraciones del diseño, ya que en debe evaluar las condiciones topográficas del terreno.
- si el terreno presenta inclinaciones de 30° en adelante , es necesario realizar perfilamientos del terreno ( estabilizar taludes ) para garantizar las condiciones de seguridad en la construcción y evitar deslizamientos del terreno intervenido. Esto es de gran importancia ya que la profundidad de excavación varía de acuerdo a la pendiente existente.
- para el inicio del armado de refuerzo y posterior fundida de placa base del tanque , es necesario realizar un mejoramiento del área donde reposa la base ( subrasante), por lo cual se recomienda extender una capa de rajón de 0.30 m de espesor y después aplicar una capa de concreto de limpieza de 0.05m de espesor.
- para la fundida de placa se debe tener en cuenta que el acero de los muros debe estar amarrado al de la losa y se debe instalar adicionalmente una cinta pre , con la cual se uniran los elementos estructurales

## MEJORAR EL TERRENO

## PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE DE APOYO

Antes de proceder a la colocación y compactación de los rellenos con rajón, se deberá realizar la excavación y posterior retiro del material inadecuado. Tal actividad debe contemplar la necesidad de dejar al menos el sobreancho previsto en los planos alrededor de la estructura. Cuando se detecte la presencia de terrenos inestables compuestos por turba o basuras, o limos orgánicos, se asegurará el retiro de estos materiales antes de iniciar los rellenos.

## MATERIAL UTILIZADO PARA MEJORAMIENTO DEL TERRENO

### • RAJON:

Este tipo de suelo se utiliza para mejorar la calidad del terreno, ayuda a que no haya filtración de la húmeda a la escalera y adicionalmente evita que tenga deformaciones por los asentamientos producidos por el peso de la escalera.



## CAPA DE RAJON EN EL TERRENO

- Antes de iniciar el extendido del rajón, se tendrá que hacer una compactación del terreno, esto se realizará con el pisón hasta que la superficie se encuentre firme.
- Esta capa tendrá un espesor de 30 cm sobre la superficie del terreno.
- Se pondrá un hilo al inicio y final de la escalera que marcara los 30 cm que debe tener la capa de rajón.
- El rajon se colocará en el terreno con la ayuda de carretillas para transportar el material.
- Se esparcirá con palas por la comunidad hasta cubrir todo el terreno.



## MEZCLA DE CONCRETO

## RECOMENDACIONES

- Asegure que tenga la cantidad necesaria de agua y que esta mezcla se pueda utilizar máximo en una hora .
- Por ningún motivo utilice la mezcla con exceso o poca agua porque no tendría la misma resistencia siga las especificaciones.

## CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES AL MOMENTO DE REALIZAR LA MEZCLA

## GRAVA



- Debe ser grava natural o triturada pasa tamiz # 4.
- Debe estar limpia, y ser dura y compacta.
- Textura preferentemente rugosa.
- Deben ser las rocas de distintos tamaños.

## AGUA



Usar agua potable, que no haya sido usada en otras tareas. Cuando se usa agua no potable (caños, ríos, etc.) o agua potable usada, éstas contienen impurezas que pueden afectar la calidad del concreto y las consecuencias podrían ser las siguientes:

- Disminución de la resistencia del concreto.
- Alteración del tiempo en el que el concreto se endurece totalmente.
- Corrosión en el refuerzo.
- Eflorescencia (polvo de color blanco conocido como salitre) sobre la superficie.



- La dosificación se propone en la anterior imagen es para la aplicación de concreto de limpieza del área de trabajo
- la dosificación planteada para la estructura es de 4000 psi de resistencia, por lo cual se recomienda adquirir la mezcla en una concreteira, ya que el volumen de concreto es considerable para cada elemento y se debe garantizar las especificaciones operacionales del tanque.

## PASOS DE REALIZACIÓN DE MEZCLA

- Limpie adecuadamente el lugar para mezclar cada material, tenga en cuenta mínimo un metro de cada lado.
- Vierta el cemento, la arena de río y la grava revolviéndose con una pala hasta que se tenga una mezcla homogénea dentro de la zona adecuada para la mezcla.
- Realice una separación de la mezcla en el centro y posteriormente verter la dosificación de agua requerida.
- Vierta la dosificación de agua dentro del círculo, cierre el círculo con la mezcla y revuelva hasta tener la mezcla homogénea y una consistencia ni muy blanda ni muy dura.



## PROCEDIMIENTO ARMADO DE ACERO DE REFUERZO

NUMERO barra o varilla	DIAMETRO (en pulgadas)	DIAMETRO (en milímetros)	LONGITUD (en metros)	PESO (kg/m)
2	1/4	6.4	Chapa 125-200 Kg	0.250
3	3/8	9.5	Chapa 125-200 Kg	0.560
4	1/2	12.7	6-9 mts	0.994
5	5/8	15.9	6-9 mts	1.552
6	3/4	19.1	6-9 mts	2.235
7	7/8	22.2	6-9 mts	3.042
8	1	25.4	6-9 mts	3.973
9	1 1/8	28.7	6-9 mts	5.060
10	1 1/4	32.3	6-9 mts	6.404
11	1 3/8	35.8	6-9 mts	7.907
14	1 3/4	43.0	6-9 mts	11.380
18	2 1/4	57.3	6-9 mts	20.240

En esta tabla se encontrarán cada uno de los diámetros que tiene cada varilla, en los planos estará especificado que diámetro de varilla se debe comprar, debido que el acero se compra por peso se debe de multiplicar la cantidad de varillas que indica el plano por el peso que se especifica en la tabla para sacar el peso en kg/m para comprar el correspondiente acero.

## TABLA DE DIÁMETROS DE ACERO

## PRECAUCIONES CON LAS BARRAS DE ACERO

- El acero que será utilizado poco después de llegar a la obra se puede almacenar a la intemperie, utilizando un tronco de madera y vigas de madera o un armario metálico. De esta forma las barras quedan aisladas del terreno evitando la humedad y permaneciendo limpias.



## HERRAMIENTAS PARA MANIPULAR LAS VARILLAS

### Herramientas y equipos:

- Banco para doblado
- Cizalla de mano (varilla para doblar flejes) y de palanca, taladro, martillo, seguetas.
- Bancos o emburrados para almacenamiento y clasificación del hierro.
- Espaciadores o separadores de hierro.
- Dobladores.



## POSICIONAMIENTO DE LAS VARILLAS

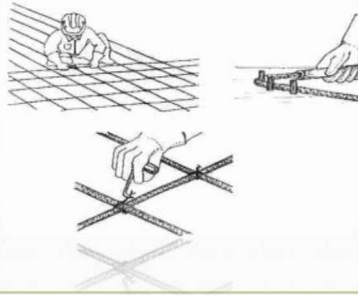
- las varillas deben ir posicionadas de acuerdo al despiece planteado en los planos estructurales.
- Doblar y cortar el acero de la longitud y forma especificada en el plano.
- tener en cuenta el espaciamiento entre barras, con el fin de garantizar la funcionalidad del acero y el concreto

### RECOMENDACIONES:

Para buena unión entre las barras y el concreto, las barras deben estar limpias, sin grasa o aceite y libre de herrumbre en escamas.

## DOBLAR Y AMARRAR LAS VARILLAS

- Las barras se deben doblar y amarrar como especifica en la figura.



## PROCEDIMIENTO DE FUNDIDA DE PLACA, MUROS Y TECHO

## FUNDIDA DE PLACA

- una vez adecuada toda la estructura de refuerzo de placa y muros, se debe instalar panelas de concreto o mortero debajo de la parrilla, para garantizar la separación y el recubrimiento inferior del concreto



## FUNDIDA DE PLACA

- otra de las consideraciones a tener en cuenta, es que se debe fundir con la placa una parte de los muros y en esta parte se debe instalar perimetralmente cinta pvc, esto con el fin de garantizar las condiciones de impermeabilidad en la union de los dos elementos.



## FUNDIDA DE MUROS

- para la fundida de los muros se debe utilizar formaleta, ya sea metálica o en madera. se debe garantizar la uniformidad de los muros y el recubrimiento del acero de refuerzo.



## FUNDIDA DE TECHO

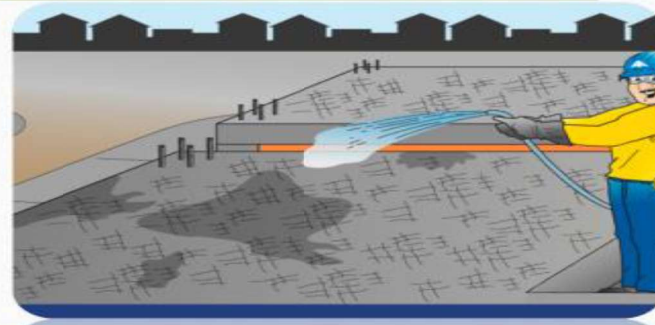
- Las varillas de refuerzo de los muros, deben sobresalir un metro con el fin de realizar el amarre de la parrilla de la placa superior, con los muros
- para fundir la placa superior se debe construir un plafon en madera.





## FUNDIDA DE TECHO

- El plafón se debe asegurar correctamente , para evitar hundimiento en el momento de la fundida del techo de la estructura.
- se deben tener en cuenta los procesos de curado del concreto. Esto ultimo garantizara la funcionalidad del tanque



## RECOMENDACIONES

- en la fundida de placa y muros es importante adecuar
- se deben tener en cuenta los procesos de curado del concreto. Esto ultimo garantizara la funcionalidad del tanque



# MANUAL DE CONSTRUCCION DE REDES DE ACUEDUCTO

## INTRODUCCIÓN

En este manual se realizará una breve descripción de los procedimientos generales para la instalación de redes de acueducto comunitario, también se presentan los requerimientos generales para la realización de este proceso constructivo



## CONTENIDO

Recomendaciones .....	4
Verificación de los materiales.....	5
Actividades para la instalación de tuberías en zanja.....	10
Equipos.....	11
Ejecución.....	12
Cimentación de zanjas.....	13
Rellenos y compactación.....	14
Anclajes.....	15

## RECOMENDACIONES

- Siga cada una de las especificaciones del manual .
- En el momento de comprar los materiales tenga presente lugares acreditados.
- En el momento de la construcción o ensayos convoque al máximo personal que pueda para que se capacite y tenga conocimiento de que hacer al momento de la construcción.
- Tenga presente que de un buen trabajo en equipo se llevan a cabo excelentes proyectos.

## VERIFICACIÓN DE MATERIALES

## CEMENTO



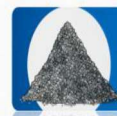
- Verificar que el cemento no esté vencido.
- Revisar que el cemento no presente grumos.
- Verificar que el empaque no presente

## ARENA



- Verifica que esté libre de materia orgánica (raíces, tallos, excrementos, etc.), polvo o sales.
- La arena debe estar seca antes de su uso.
- Comprar arena de Peña, ya que es la que se utiliza para la cimentación soporte de las tuberías en las zanjas.

## GRAVA



- Adecuar un lugar de acopio para el almacenamiento de la grava lejos de agentes contaminantes
- Verifica que esté libre de materia orgánica (raíces, tallos, excrementos, etc.), polvo.
- Textura preferentemente rugosa.
- Formas de las rocas de diferentes tamaños.

## ACTIVIDADES PARA LA INSTALACIÓN DE TUBERÍAS EN ZANJA

## DESCRIPCIÓN.

- Localización trazado y replanteo.
- Excavaciones.
- Cargue, retiro y disposición del material.
- Instalación de la tubería.
- construcción de anclajes ( recomendados para cambios de diámetro de la tubería o cambio de dirección del trazado).
- Llenos y compactación de material.

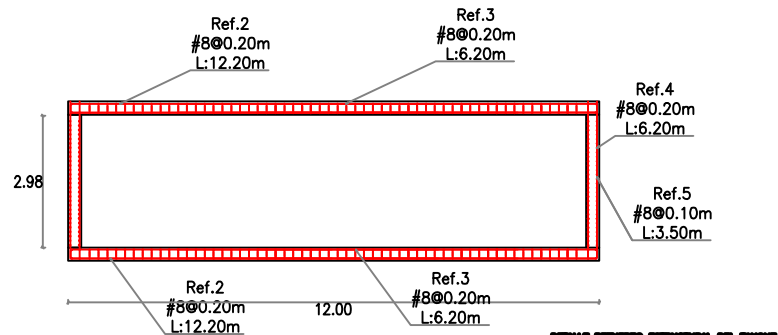
## EQUIPOS



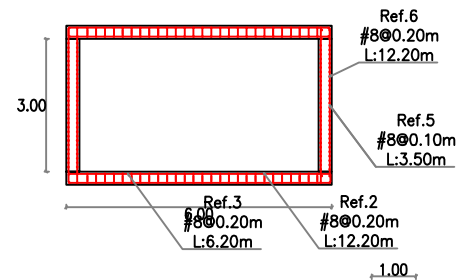
- Pala:  
Herramienta para cavar o recoger y trasladar materiales blandos o pastosos como arena o tierra.
- Pica:  
Especie de lanza larga, compuesta de un cabezote de hierro pequeño y agudo en el extremo superior, que es usado para remover terreno.
- Barra:  
Pieza de metal u otra materia, de forma alargada
- Carretilla:  
Carro pequeño de mano, generalmente de una sola rueda, utilizado para transportar materiales dentro de él.







## EJECUCIÓN

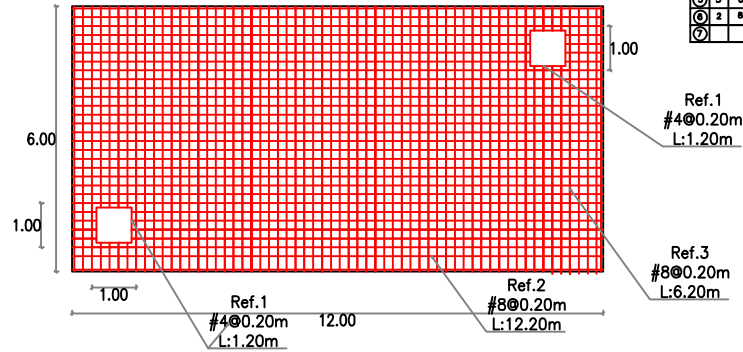
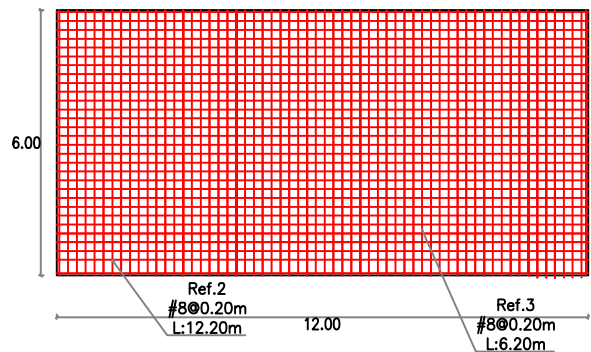
- Para determinar el nivel base, se debe tener en cuenta la profundidad de la red pública de desagües, vías, veredas y otros, para que la construcción quede por encima de esos niveles esto se verificará en los planos estructurales.
- La excavación de las zanjas se realizará de acuerdo al trazo, respetando los anchos y profundidades indicados en los planos.
- La profundidad de excavación debe garantizar como mínimo una profundidad de 0.80m de la rasante del terreno existente a la superficie del lomo de la tubería a instalar, si el trazado de la tubería se encuentra en un corredor vial, la profundidad debe ser mínima de 1 m, en las condiciones anteriormente mencionadas.
- el ancho de la zanja varía de acuerdo al diámetro de la tubería a instalar, ya que se debe garantizar un óptimo recubrimiento del material de relleno para la protección de los ductos.
- El material excavado se ubicará a una distancia mínima de 60 cm del borde de la zanja. De esta manera, no causamos presiones sobre las paredes, las cuales podrían causar derrumbamientos.
- Luego de haber seleccionado el material útil para rellenos u otros usos dentro de la obra, se realizará la eliminación. Esta se hará solo en lugares autorizados.



**DETALLE REFORZO PERIMETRAL DEL TALLER**  
Escala 1:50



TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3	TIPO 4	TIPO 5	TIPO 6					
										
REFUERZO PLACAS Y MUROS										
CANTIDAD Y PESO POR ESTRUCTURA										
REFERENCIA	TIPO	# BARRAS	DIAMETRO	NO. RED	CANTIDAD M. CORTE (m)	DIMENSIONES PARCIALES				
						A	B	C	D	E
①	1	4	1/2"	32	1.20	0.4	0.2	0.10	0.05	0.10
②	2	8	1"	120	12.20	12		0.10		
③	2	8	1"	240	6.20	6		0.10		
④	2	8	1"	60	6.20	6		0.10		
⑤	3	8	1"	240	3.50	3.40	0.10			
⑥	2	8	1"	60	12.20	12		0.10		
⑦										





**UNIVERSIDAD CATÓLICA**  
de Colombia

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL**

**ACTA DE ENTREGA Y RECEPCIÓN DEL PROYECTO SOCIAL**

**"PROPUESTA PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL BARRIO  
CAGUA PRIMER SECTOR Y LA VEREDA PANAMÁ EN EL MUNICIPIO DE SOACHA"**

Mediante la presente, los estudiantes Edison Santiago Rincón y Viki Catalina Fonseca, en calidad de autores del proyecto "PROPUESTA PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL BARRIO CAGUA PRIMER SECTOR Y LA VEREDA PANAMÁ EN EL MUNICIPIO DE SOACHA", modalidad práctica social, hacen entrega del informe final correspondiente al evaluativo del estado del sistema de distribución de agua potable del barrio Cagua primer sector, donde se incluyen las recomendaciones técnicas y el diseño para el mejoramiento del sistema. La recepción está a cargo de los representantes de la comunidad, la señora Carmen medina (presidenta de la junta de acción comunal) y el señor José Barreto (vicepresidente de la junta de acción comunal). A continuación, se relaciona el listado de entregables:

- Informe del estado de las estructuras del sistema de captación, red de conducción, estructuras del almacenamiento y red de distribución
- Plano (planta, perfil), red de conducción existente y de diseño.
- Plano (planta, perfil), detalle de placa superior para tanque principal
- Cuadro resumen de cantidades para renovación de tubería (red de conducción).
- Manual de construcción de redes de acueducto.

De conformidad de las partes, se realiza la entrega siendo el día 15 de noviembre de 2020

**ESTUDIANTES**

**Viki Catalina Fonseca Jurado**

**Edisson Saptiago Rincón Gutierrez**

**REPRESENTACIÓN COMUNIDAD**



**María del Carmen Medina Amalla**

**Jose Barreto**

**Edisson Santiago Rincon Gutierrez**

**Jose Giovany moreno Becerra**



		ACTA DE REUNIÓN	
INFORMACIÓN DEL PROYECTO			
PROGRAMA:	Ingeniería Civil		
MODALIDAD DE TRABAJO DE GRADO:	Proyecto comunitario		
NOMBRE DE PROYECTO:	Propuesta para el abastecimiento de agua potable barrio Cagua primer sector y Vereda Panamá en el Municipio de Soacha Cundinamarca		
DIRECTOR:	Ing. Felipe Santamaría		
ESTUDIANTES:	Edisson Santiago Rincón Viki Catalina Fonseca Jurado		
ACTIVIDAD			
FECHA:	15 de noviembre de 2020	SECTOR:	Barrio Cagua Primer Sector
TIPO DE ACTIVIDAD:	socialización y entrega a la comunidad del informe final del proyecto		
REPRESENTANTES DE LA COMUNIDAD	Mara del Carmen Medina Amaya (presidente junta de acción comunal)		Jose Barreto ( vicepresidente junta de acción comunal )
ORDEN DEL DIA			
1. Presentación ante la comunidad, informa del estado del sistema de abastecimiento de agua existente. 2. Explicación y componentes de la propuesta del diseño para el mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua 3. capacitación de contenido de manual de la construcción de redes de acueducto , cantidades de materiales y presupuesto 4. presentación de información referente a la obtención de recursos para el proyecto ( Fundación parvo ) 5. explicación consideraciones para realización del proceso de concesión de aguas para acueducto comunitario			
DESCRIPCIÓN GENERAL			
<i>se realizó entrega de documentos de informe evaluativo sistema de abastecimiento, se realizó capacitación implementación manual de acueducto</i>			
REGISTRO FOTOGRÁFICO		PARTICIPANTES	
		NOMBRE COMPLETO	NÚMERO DE DOCUMENTO
		Mariam BASTO	28214399
		hugo canón	781706272
		Viki Catalina Fonseca	1032468328
		Edisson Rincón	1032415038
		FIRMA	





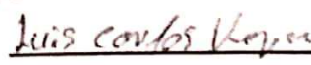
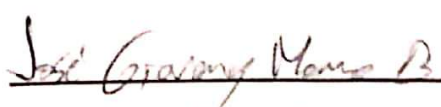
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**ACTA DE ENTREGA Y RECEPCIÓN DEL PROYECTO SOCIAL**

**"PROPUESTA PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL BARRIO CAGUA PRIMER SECTOR Y LA VEREDA PANAMÁ EN EL MUNICIPIO DE SOACHA"**

Mediante la presente, los estudiantes Edisson Santiago Rincón y Viki Catalina Fonseca, en calidad de autores del proyecto "PROPUESTA PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL BARRIO CAGUA PRIMER SECTOR Y LA VEREDA PANAMÁ EN EL MUNICIPIO DE SOACHA", modalidad práctica social, hacen entrega del informe final correspondiente al evaluativo del estado del sistema de distribución de agua potable para la vereda Panamá, barrios Garzón, Limonar, cerezos y manzanos, donde se incluye el diseño de un tanque de almacenamiento, ubicado en predios del barrio Garzón, con capacidad de 180 m3. La recepción está a cargo de los representantes de la comunidad, el señor Luis Carlos Vera Betancourt (presidente de comité conjunta barrio Garzón) y el señor Jose Giovany Moreno Becerra ( edil corregimiento No 1). A continuación, se relaciona el listado de entregables:

- Informe del estado de las estructuras del sistema de captación, red de conducción, estructuras del almacenamiento y red de distribución
- Plano (planta, perfil), refuerzo de tanque
- Plano (planta, perfil), detalle despiece y cuadro de cantidades de acero.
- Cuadro resumen de cantidades de concreto y presupuesto
- Manual de construcción de tanques de almacenamiento en concreto reforzado.

De conformidad de las partes, se realiza la entrega siendo el día 15 de noviembre de 2020

<p style="text-align: center;"><b>ESTUDIANTES</b></p> <p style="text-align: center;"> Viki Catalina Fonseca Jurado</p> <p style="text-align: center;"> Edisson Santiago Rincón Gutierrez</p>	<p style="text-align: center;"><b>COMITÉ DE ACCIÓN COMUNITARIA BARRIO VILLA GARZÓN - BOCA</b></p> <p style="text-align: center;"><b>REPRESENTACIÓN COMUNIDAD</b></p> <p style="text-align: center;"><b>LUIS VERA</b> • PRESIDENTE</p> <p style="text-align: center;"> Luis Carlos Vera Betancourt</p> <p style="text-align: center;"> Jose Giovany Moreno Becerra</p>
--	---

		<b>ACTA DE REUNIÓN</b>	
<b>INFORMACIÓN DEL PROYECTO</b>			
PROGRAMA:	Ingeniería Civil		
MODALIDAD DE TRABAJO DE GRADO:	Proyecto comunitario		
NOMBRE DE PROYECTO:	Propuesta para el abastecimiento de agua potable barrio Cagua primer sector y Vereda Panamá en el Municipio de Soacha Cundinamarca		
DIRECTOR:	Ing. Felipe Santamaria		
ESTUDIANTES:	Edisson Santiago Rincón Viki Catalina Fonseca Jurado		
<b>ACTIVIDAD</b>			
FECHA:	15 de noviembre de 2020	SECTOR:	Vereda panama, barrio Garzón
TIPO DE ACTIVIDAD:	socialización y entrega a la comunidad del informe final del proyecto		
REPRESENTANTES DE LA COMUNIDAD:	José Giovanni Moreno Baccera (edil corregimiento No 1)	Luis Carlos Vera Betancourt (presidente de comité conjunta barrio Garzón)	
<b>ORDEN DEL DIA</b>			
1. Presentación ante la comunidad, informe del estado del sistema de abastecimiento de agua existente. 2. Explicación y componentes de la propuesta del diseño para el mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua y construcción de tanque de almacenamiento 3. capacitación de contenido de manual de la construcción de tanques de almacenamiento de agua en concreto, cantidades y presupuesto 4. presentación de información referente a la obtención de recursos para el proyecto ( Fundación parco ) 5. explicación consideraciones para realización del proceso de concesión de aguas para acueducto comunitario.			
<b>DESCRIPCION GENERAL</b>			
Se presentó a el señor Luis vera y Giovanni Moreno, los entregables referentes al evaluativo del sistema de abastecimiento, diseño del tanque y estudio de soporte.			
<b>REGISTRO FOTOGRAFICO</b>		<b>PARTICIPANTES</b>	
		NOMBRE COMPLETO	NÚMERO DE DOCUMENTO
		FIRMA	
		July Bernal V	52760800
		SHIR HERNANDEZ	1012332509
		TADAO ARANGO	80926074
		Camilo Peña	1014187519
		Yamil Alencaster	24233504
		José Giovanni M.	70199707
		Luis Carlos	10165133
		Edisson Rincón	1032415038
		Viki Catalina Fonseca	1032468328